

CAP A UN CLÚSTER TECNOLÒGIC EN ENGINYERIA ÒPTICA I FOTÒNICA A CATALUNYA

Ferran Laguarda*

Les tecnologies de la llum estan emergint com un dels motors d'innovació principals del segle XXI. El seu caràcter horitzontal les convertirà en una de les peces clau per aconseguir avenços científics i tecnològics en una gran varietat d'àrees. Per aquest motiu, la major part dels països avançats han considerat l'òptica i la fotònica com una aposta estratègica dintre de la seva política industrial i estan desenvolupant accions de clusterització per reforçar la competitivitat d'aquest sector. En aquest article es fa una revisió de la situació dels principals actors relacionats amb l'enginyeria òptica i la fotònica a Catalunya per analitzar la conveniència i la viabilitat de tirar endavant un clúster de base tecnològica en aquest camp. Els resultats d'aquesta anàlisi indiquen que disposem d'una bona base, tant a escala empresarial com de recerca i de formació, i que el potencial de creixement és molt elevat. Un primer pas seria la constitució d'una agrupació d'empreses innovadores i la definició d'una estratègia de futur.

PARAULES CLAU: fotònica, enginyeria òptica, clúster

Sumari

1. Introducció
 2. Per què un clúster?
 3. Els clústers fotònics arreu del món
 4. Els centres de recerca especialitzats (ICFO i CD6) i les primeres empreses derivades (*spin-off*)
 5. Les empreses i els primers projectes cooperatius
 6. L'oferta formativa: el Master in Photonics de Barcelona
 7. Les xarxes fotòniques i el paper de la UE
 8. El clúster fotònic de Catalunya: una oportunitat i un repte
 9. Referències
-

* Ferran Laguarda és catedràtic de la UPC, ex-vicepresident de Política Científica de la UPC (1994-1999), director del CD6-CXIT i president de les empreses Innova 31, SCR i Sensofar Tech, SL.

1. Introducció

La fotònica és la ciència que té l'objectiu principal d'aprofundir en el coneixement de la llum, utilitzar-la i aprofitar al màxim les seves propietats.¹ La fotònica va emergir en els darrers anys del segle XX a partir d'un conjunt de disciplines relacionades d'una manera o d'una altra amb el coneixement i el domini de la llum: l'òptica, la ciència de materials, l'enginyeria electrònica, la química i la nanotecnologia. La denominació «enginyeria òptica» s'utilitza en un sentit més ampli per referir-se a les aplicacions de les tecnologies relacionades amb la llum.

L'any 1998, el National Research Council dels Estats Units va publicar l'estudi prospectiu *Harnessing Light*, en el qual s'afirma que de la mateixa manera que el segle XX va ser el segle de l'electró, el segle XXI hauria de ser el segle del fotó. Més recentment, en el document *Photonics for the 21st Century*, publicat per la VDI (l'associació d'enginyers alemanys), es diu que la fotònica és una de les tecnologies clau més importants per als mercats del segle XXI, ja que influirà en quasi tots els aspectes de les nostres vides i serà essencial per a la competitivitat de la indústria europea.

Avui ningú no qüestiona que les tecnologies de la llum són un dels motors principals dels processos d'innovació i que, a causa del seu caràcter horitzontal, faciliten la convergència entre la societat industrial i la societat de la informació. Així, la fotònica és present en el procés de creació de nous

productes i serveis amb molt valor afegit en àrees tan diverses com les comunicacions, l'intercanvi i l'emmagatzematge d'informació, la fabricació, el control de qualitat, la il·luminació, la seguretat i les ciències de la vida i la salut.

Les tecnologies de la llum són un dels motors principals dels processos d'innovació i, a causa del seu caràcter horitzontal, faciliten la convergència entre la societat industrial i la societat de la informació.

Per aquest motiu, la major part dels països avançats han considerat l'òptica i la fotònica com apostes estratègiques dintre de la seva política industrial i estan desenvolupant accions de clusterització per reforçar la competitivitat d'aquest sector.

En aquest article es fa una revisió de la situació dels principals actors relacionats amb l'enginyeria òptica i la fotònica a Catalunya per analitzar la conveniència i la viabilitat de tirar endavant un clúster de base tecnològica en aquest camp. Les preguntes que hauríem de saber respondre són les següents:

- Existeixen en aquests moments a Catalunya els elements necessaris per arribar a construir un clúster tecnològic basat en l'enginyeria òptica i la fotònica?

¹ Tradicionalment s'ha fet servir la denominació «òptica» per referir-se a la ciència que estudia el comportament i les propietats de la llum, però des de la invenció del làser i el desenvolupament de l'optoelectrònica i les fibres òptiques s'ha anat introduint la denominació «fotònica», que també inclou l'estudi dels aspectes quàntics de la llum.

- Podria ser realment important per a Catalunya, i també per a Espanya, que s'arribés a desenvolupar aquesta iniciativa?

A primera vista sembla que les respostes a aquestes qüestions haurien de ser afirmatives. Fem una revisió ràpida dels nostres actius.

En el pla empresarial tenim empreses proveïdores de primer nivell, empreses integradores i també empreses usuàries d'aquestes tecnologies. La majoria són de mida petita o mitjana i en termes de volum de negoci el sistema encara és molt petit, però el valor afegit i el potencial de creixement són enormes.

Tenim grups de recerca excel·lents a les universitats principals i també centres de recerca, com ara l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), que ja forma part del club dels millors centres de fotònica del món i ha esdevingut una valuosa font d'atracció de talent. Tots junts contribueixen des de fa uns quants anys a la tasca col·lectiva de fer avançar la frontera del coneixement. També disposem de grups i centres orientats a la tecnologia, com ara el CD6 de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), en els quals el coneixement es transforma en solucions innovadores per a les empreses, aportant valor afegit, productivitat i, en definitiva, riquesa i benestar per a la societat.

També tenim una oferta formativa de postgrau, el Master in Photonics, que es va posar en marxa el curs 2007-2008, adaptat des de l'inici als requisits de l'espai europeu d'educació superior, que s'imparteix íntegrament en anglès i en el qual col·laboren la Universitat de Barcelona, la Universitat Autònoma i la Universitat Politècnica, juntament amb l'ICFO, per configurar una oferta de primer nivell internacional.

Podem disposar també del suport institucional, imprescindible en les fases inicials d'aquests processos, de la Generalitat de Catalunya a través d'ACC1Ó, del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç (MITYC) i dels principals ajuntaments que acullen alguns dels actors implicats (Terrassa i Castelldefels).

Finalment, tenim un sistema financer més aviat conservador, però en el qual ja comença a desembarcar capital internacional, amb associacions de *business angels* i amb un nombre creixent d'operadors i fons de capital de risc que inverteixen en les fases inicials de nous projectes empresarials innovadors.

Sembla, doncs, que ja disposem dels elements necessaris per intentar tirar endavant un projecte de clusterització, però si fem cas de les experiències que ja coneixem a escala internacional, la cosa no és gens fàcil. Al capdavant, la competitivitat d'una empresa acaba depenent de la qualitat de l'entorn en el qual competeix, però també, i sobretot, de l'estratègia individual que adopti en el procés de presa de decisions.

A continuació analitzarem amb més detall la base empresarial i tecnològica i les capacitats de formació, innovació i lideratge dels agents que podrien constituir el clúster fotònic a Catalunya, com també el seu pes, la seva significació i la seva evolució a escala nacional i internacional.

2. Per què un clúster?

En l'àmbit de l'economia s'utilitza el terme clúster per referir-se a una concentració geogràfica d'empreses i institucions fortament interrelacionades que operen en un camp o un sector determinat. Aquest concepte va ser popularitzat per

Michael E. Porter en el llibre *The Competitive Advantage of Nations*,² en el qual es presenten els clústers com les unitats d'anàlisi i acció per incrementar la productivitat de les empreses i la seva competitivitat global.³

A més, de manera natural, l'activitat dels clústers afavoreix els processos d'innovació i estimula la creació de noves empreses. No és estrany, doncs, que, d'ençà de la publicació de Porter, el desenvolupament i la consolidació de nous clústers s'hagi convertit en una tasca prioritària per a molts governs, en un dels eixos d'actuació principals de les seves polítiques de desenvolupament regional.

Per ser realment efectius es considera que els clústers han de poder concentrar en el seu àmbit territorial una massa crítica de recursos i competències que els atorguin un avantatge competitiu ben establert i una posició de domini en el seu camp d'actuació, fins i tot a escala mundial.

Segons la seva orientació, es reconeixen dos tipus diferents de clústers. D'una banda hi ha els clústers basats en activitats tradicionals que han acumulat al llarg dels anys un avantatge competitiu basat en el saber fer (*know-how*) i, en alguns casos, també en una ubicació geogràfica privilegiada per al desenvolupament de la seva activitat. Exemples d'aquesta mena de clústers són els relacionats amb la producció de vi a Espanya, Xile i Califòrnia, el de producció cinematogràfica a Hollywood, el del sector financer a la «City» de Londres, el de producció de vehicles automòbils a Detroit, el de l'alta costura a París, el del negoci del joc i les apostes a Las Vegas i el relacionat amb el comerç de diamants a Anvers. D'altra banda, hi ha els clústers

orientats a la tecnologia que han anat apareixent com a resultat de la nova economia basada en el coneixement al voltant d'universitats i centres de recerca d'excel·lència. Alguns exemples de clústers tecnològics ja consolidats són Silicon Valley a Califòrnia, de bon tros el més famós i estudiat; el de la ciutat de Bangalore, a l'Índia, lligat a la producció de programari; el del sector aeroespacial a Toulouse; els relacionats amb les tecnologies de telecomunicacions sense fils als països escandinaus i a Israel, i els de tipus multimèdia i ciències de la vida que van sorgint arreu.

El desenvolupament i la consolidació de nous clústers s'ha convertit en una tasca prioritària per a molts governs: un dels eixos d'actuació principal de les seves polítiques de desenvolupament regional.

A Catalunya, el Govern de la Generalitat, a través del CIDEM, ha impulsat aquesta política des de la dècada dels anys noranta i ha desenvolupat, juntament amb empreses consultores especialitzades, una metodologia i el programa de dinamització de clústers de Catalunya.⁴ Es parteix de la base que la competitivitat de l'empresa depèn bàsicament de l'estratègia individual que aquesta adopti en el seu procés de presa de decisions i de la qualitat de l'entorn en el qual competeix (existència d'infraestructures, indústries relacionades, demanda exigent, programes de formació i recursos humans). Qualsevol empresa, independentment del seu

² PORTER, 1991.

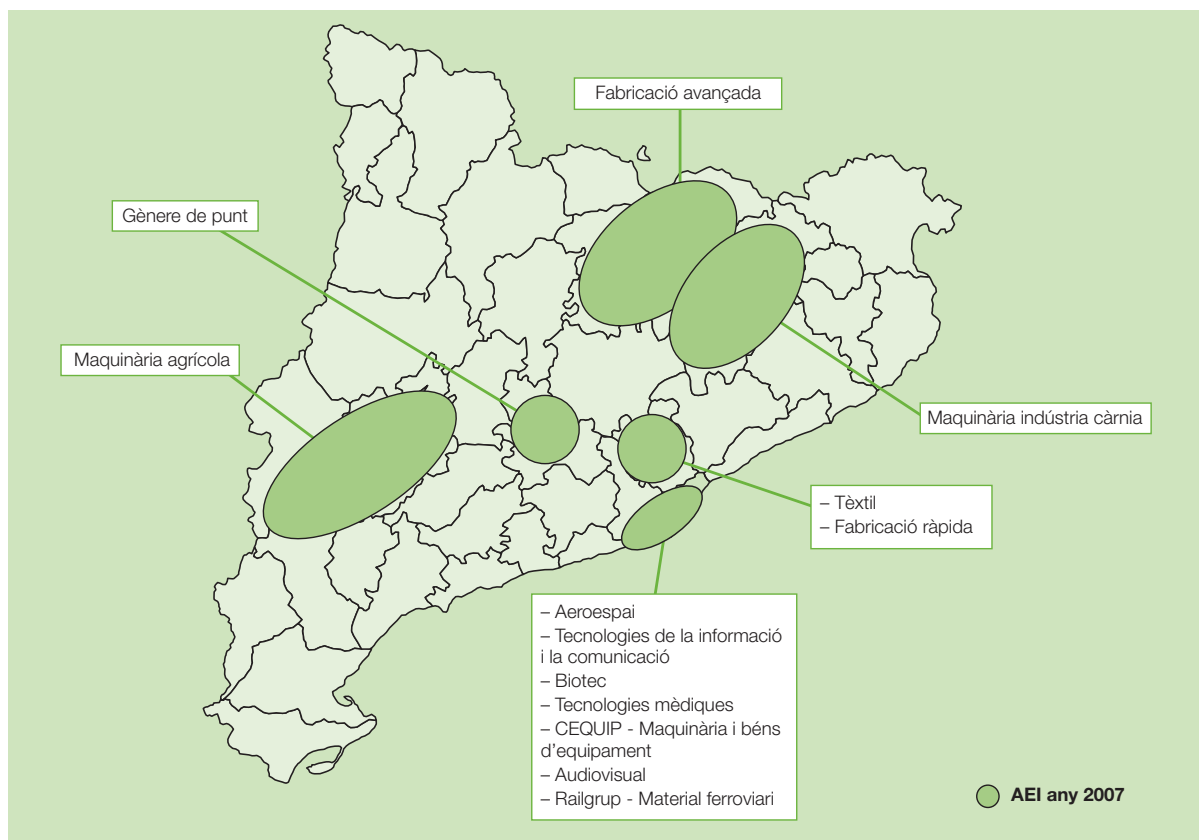
³ A l'apartat de Referències s'inclou una petita bibliografia sobre el tems dels clústers.

⁴ Programa de dinamització de clústers de Catalunya: <<http://www.cidem.com/cidem/cat/serveris/politiques/index.jsp>>.

sector i de la tecnologia amb què operi, pot esdevenir internacionalment competitiva si aconsegueix elements de diferenciació estratègica. El programa de dinamització de clústers té l'objectiu de dissenyar i executar plans específics de reforçament de la competitivitat sectorial en aquells àmbits en què Catalunya disposa d'una estructura industrial consolidada o en aquells en què existeixen condicions de partida específics i una perspectiva de creixement elevada.

Aquestes actuacions s'han vist molt reforçades a partir de l'any 2007, en què el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç (MITyC) del Govern d'Espanya, seguint la seva política de suport a la innovació, va llançar el programa de recolzament a les agrupacions empresarials innovadores (AEI).⁵ Les AEI es defineixen com a agrupacions empresarials integrades per empreses, centres d'investigació, centres tecnològics i de transferència de coneixement, i centres de formació que comparteixen una

Figura 1
Agrupacions empresarials innovadores (AEI)



Font: CIDEM.

⁵ Programa AEI: <<http://www.cidem.com/cidem/cat/serveis/politiques/instruments/aei/index/jsp>>.

estratègia comuna de caràcter global. Els objectius d'aquest programa consisteixen a afavorir la consolidació dels clústers existents i d'altres de nous, a identificar especialment aquells que protagonitzen estratègies innovadores i a donar suport a l'elaboració dels seus plans estratègics i d'altres iniciatives innovadores promogudes per ells mateixos.

Com a resultat d'aquest programa 13 propostes d'AEI formulades a Catalunya van rebre finançament del MITYC per elaborar els seus plans estratègics. Un exemple destacat dels projectes aprovats és el presentat per Biocat, el clúster que té com a objectius promoure la biotecnologia i la biomedicina a Catalunya, per tal de crear un entorn adequat que doni valor a la recerca, de consolidar el sector com a motor econòmic i de potenciar el seu paper a la societat amb l'objectiu final de convertir Catalunya en un referent internacional en les ciències de la vida.

3. Els clústers fotònics arreu del món

Al llarg dels darrers 15 anys s'han anat desenvolupant clústers fotònics de manera més o menys espontània o més dirigida en els principals països desenvolupats. En un estudi recent d'ACC10 s'han detectat i analitzat 39 organitzacions amb aquest perfil.⁷ D'aquests clústers són als Estats Units, 6 al Canadà, 9 a Alemanya, 4 a França, 3 al Regne Unit, 2 al Japó i 3 a la Xina. També hi ha clústers fotònics a Austràlia, Nova Zelanda, Corea, Singapur i Taiwan. Molts d'aquests clústers s'han promogut des de la iniciativa privada, amb l'excepció dels alemanys, els francesos i els xinesos. També hi ha dos casos

promoguts des de les universitats. A continuació es revisen alguns d'aquests casos per extreure'n els aspectes que podrien ser útils per al clúster fotònic a Catalunya.

Al llarg dels darrers 15 anys s'han anat desenvolupant clústers fotònics de manera més o menys espontània o més dirigida en els principals països desenvolupats. Molts d'aquests clústers s'han promogut des de la iniciativa privada, i també hi ha dos casos promoguts des de les universitats.

Un dels exemples més paradigmàtics és l'Arizona Optics Industry Association al voltant de Tucson.⁶ En aquest entorn geogràfic el desenvolupament de la indústria òptica ha estat lligat a l'astronomia i als grans telescopis. A la dècada dels quaranta, el govern federal i l'exèrcit van decidir instal·lar els primers observatoris astronòmics a Arizona. Bob Breault, principal promotor d'aquest clúster, es va desplaçar a la zona en els anys cinquanta. A causa de les necessitats científiques i tecnològiques requerides pels telescopis i els instruments òptics associats, el govern de l'estat va crear un centre de recerca aplicada en el camp de l'enginyeria òptica, l'Optical Sciences Center.⁷ Aquest centre es va convertir ràpidament en un referent mundial i a partir de la seva activitat es van començar a crear les primeres empreses derivades (*spin-off*). Actualment, el centre forma part del College of Optical Sciences de la Universitat d'Arizona.

⁶ Arizona optics Industry Association <<http://www.aoia.org>>.

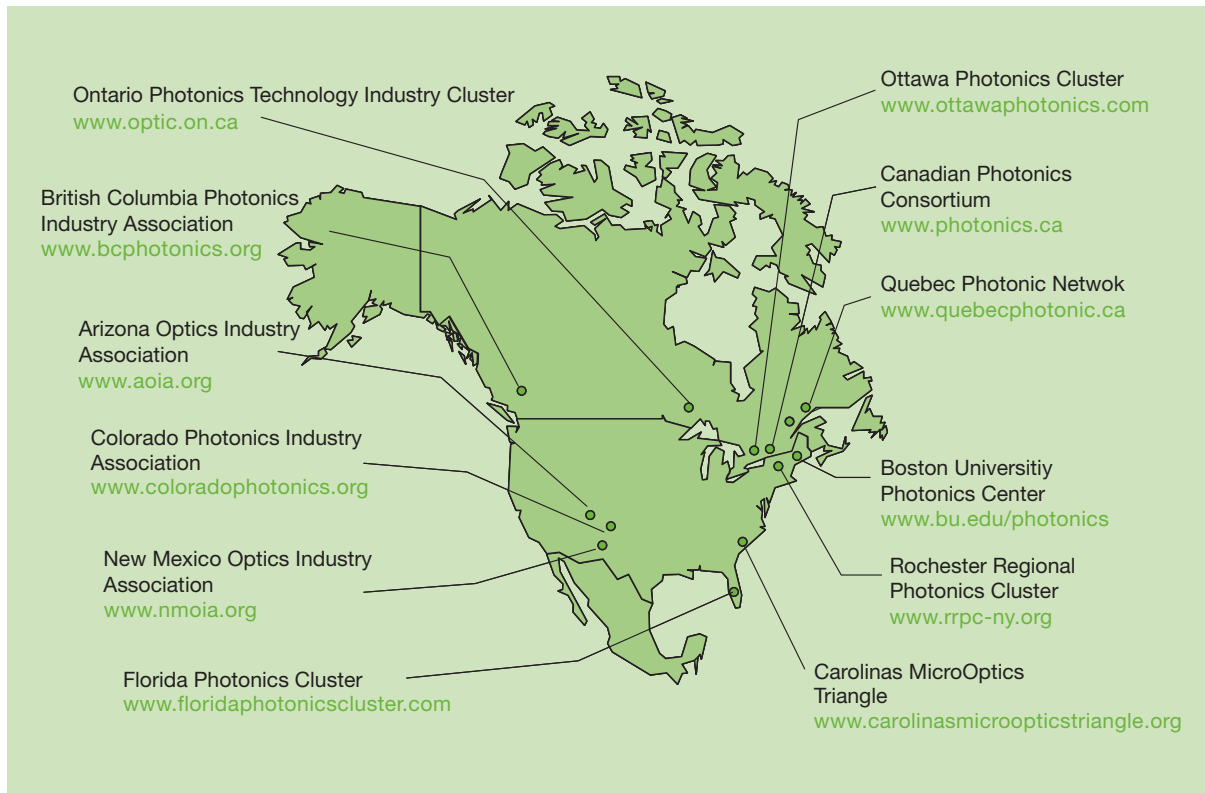
⁷ Optical Sciences center <<http://www.optics.arizona.edu>>.

La recessió econòmica del 1990 va afectar seriosament l'estat d'Arizona. En aquells moments de crisi, el govern de l'estat es va interessar pel concepte de clúster que s'estava desenvolupant a l'Stanford Research Institute. Poc després, l'any 1992, es va estructurar el clúster que ja existia de facto amb un consell d'administració que incloïa 12 empreses amb una facturació global de prop de 2 milions de dòlars. Comparat amb altres iniciatives semblants, el clúster era minúscul, però va ser promogut per les autoritats locals a causa del seu potencial de creixement. En els seus 15 anys de vida el clúster ha crescut de forma considerable.

L'any 2006 agrupava 309 empreses dintre de la seva organització, amb una facturació global de 2.400 milions de dòlars, 1.000 vegades superior a la inicial. La majoria de les empreses integrants del clúster són petites i mitjanes, i representen un 1,2% del PIB de l'estat.

En aquests moments el clúster, constituït legalment en forma d'associació, intenta atreure capital de risc i *business angels*, promou l'organització de fires al territori i dóna suport en moltes activitats de màrqueting i projecció internacional. Pel que fa a l'especialització del clúster, tot i que a l'origen

Figura 2
Clústers fotònics a Amèrica del Nord



l'activitat estava totalment lligada a l'astronomia, el negoci s'ha diversificat considerablement. Actualment es treballa també en il·luminació, ciències de la vida, automoció i defensa. L'estratègia de l'organització del clúster no es basa a fomentar cap indústria en concret ni a atreure noves empreses, sinó a ajudar les que ja hi ha i a promoure activitats de treball en xarxa (*networking*).

L'opinió de Bob Breault és que la universitat no pot liderar la creació d'un clúster, sinó que l'impuls ha de venir de petites i mitjanes empreses. Tot i així, considera que hi ha d'haver un individu que dirigeixi l'organització i que el clúster ha de tenir una entitat jurídica estable, com ara una fundació o una associació.

Un altre exemple interessant és el POPsud de Marsella.⁸ Aquest clúster vas ser creat l'any 2000 per iniciativa del sector empresarial (SESO), alguns centres de recerca (especialment el Laboratoire Astrophysique de Marseille) i la universitat.

A l'etapa inicial, el POPsud es va concentrar en la creació d'una xarxa de membres amb interessos similars relacionats amb la utilització de les tecnologies fotòniques. Van posar en marxa un congrés, grups de treball, reunions, un directori i un portal web amb el suport de la indústria i les administracions locals (ciutat, regió i departament).

En una segona fase van identificar projectes emblemàtics que permetessin obtenir finançament públic i que actuessin de catalitzadors per a l'activitat dels membres del clúster. El resultat és que entre els anys 2001 i 2004 es van aconseguir 7 milions d'euros de finançament per a 17 projectes.

Finalment, en una tercera etapa es van proposar construir el futur. Van definir una estratègia i unes línies d'actuació en un pla de 3 anys. Un exemple és el projecte de creació d'una incubadora d'empreses semblant a la del Boston University Photonics Center.⁹ També van fer accions comercials a l'estranger i van participar en iniciatives com el Comité National d'Optique et Photonique (CNOP) i l'European Network of Optical Cluster (ENOP)¹⁰. Al llarg d'aquesta tercera etapa van ser reconeguts pel govern francès com a *pole de competitivité* i això els ha permès tenir un finançament estructural públic de prop de 0,8 milions d'euros anuals. El clúster està legalment constituït en forma d'associació i en el sistema de govern hi ha involucrats nombrosos actors, tant del sector públic com del sector privat.

Pel que fa a l'especialització, l'activitat del clúster està liderada per empreses dels sectors aeronàutic, de l'espai i de defensa, com Thales, Alcatel i Eurocopter. Es consideren molt competitius en el disseny i la integració de sistemes i han apostat també pel camp de les ciències de la vida mitjançant la creació d'un centre d'imatge mèdica que es diu Cerimed. Segons l'opinió d'Emmanuelle Rouan,¹¹ un clúster fotònic s'ha d'assegurar la participació i el suport del sector privat i ha d'intentar renovar els seus projectes contínuament.

Finalment, analitzarem el cas del clúster de Southampton. Es tracta d'un clúster petit, generat quasi exclusivament al voltant de l'activitat de l'Optoelectronics Research Centre (ORC),¹² un centre de recerca d'excel·lència en el camp de la fotònica dirigit pel professor David Payne. Segons

⁸ Pôle optique et Photonique sud (POPsud) <<http://www.popsud.org/>>.

⁹ The Boston University Photonics Center <<http://www.bu.edu/photonics/contact/index.html>>.

¹⁰ ENOC: European Network of Optical Clusters <<http://www.roe.ac.uk/ukate/together/enoc/index.html>>.

¹¹ Emmanuelle Rouan és l'actual director del POPsud.

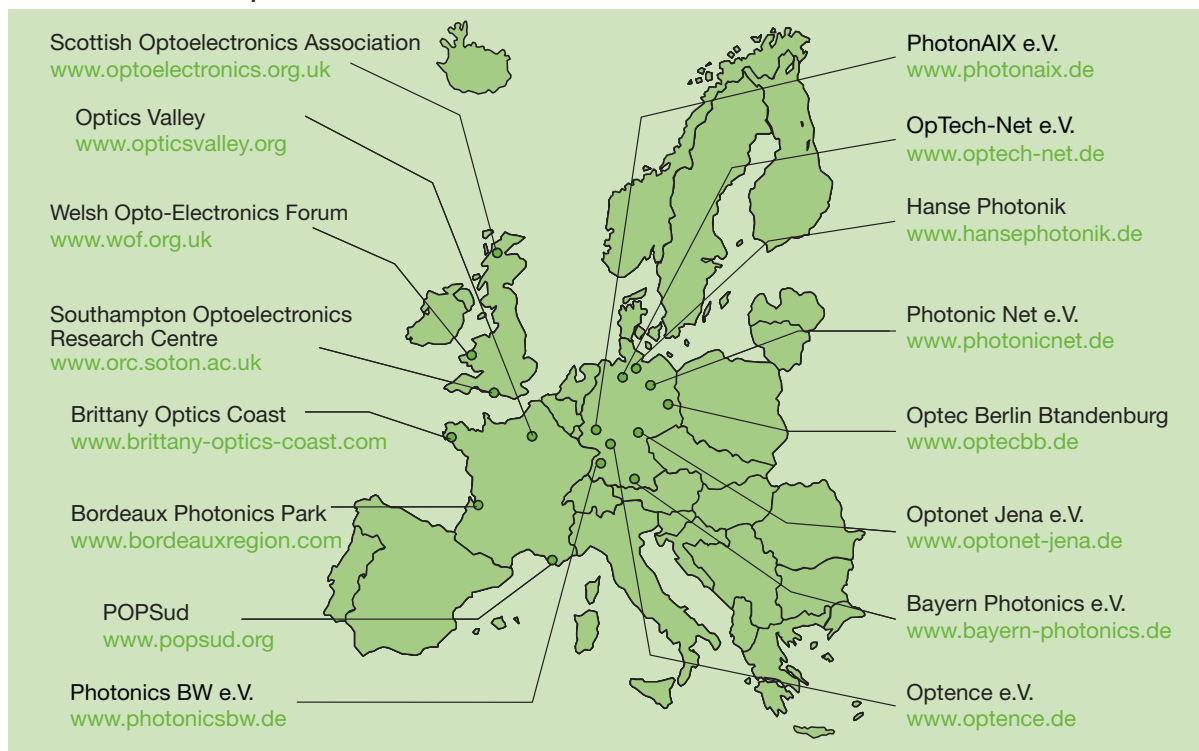
¹² Optoelectronics Research Centre (ORC) <<http://www.orc.soton.ac.uk/>>.

paraules del doctor Payne, «nosaltres no treballem amb la indústria, nosaltres la construïm».

Tot i que formalment l'ORC es va fundar l'any 1989, hi havia grups treballant a la Universitat de Southampton en el camp dels làsers des de l'any 1961, just un any després que es van inventar. L'any 1966 van començar els treballs de recerca en el camp de les fibres òptiques per fer realitat les comunicacions òptiques a llarga distància. Es van construir instal·lacions singulars, com la *fiber tower*, amb la qual va ser possible fabricar les primeres fibres amb pèrdues molt baixes. L'any 1975, els professors Payne i Gambling van

publicar els seus estudis sobre les fibres sense dispersió.¹³ A partir d'aquests resultats es van desenvolupar noves tècniques de fabricació i nous mètodes per caracteritzar els paràmetres de les fibres òptiques. El resultat va ser un creixement explosiu de les comunicacions òptiques. La història d'èxits científics de l'ORC continua quan el 1987 es publica el treball en què s'anuncia la invenció del primer amplificador òptic en fibra. Això va permetre incrementar l'amplada de banda sobre distàncies molt llargues i amb un cost molt baix. En els darrers anys els grups de l'ORC han liderat el desenvolupament dels nous làsers de fibra òptica.

Figura 3
Clústers fotònics a Europa

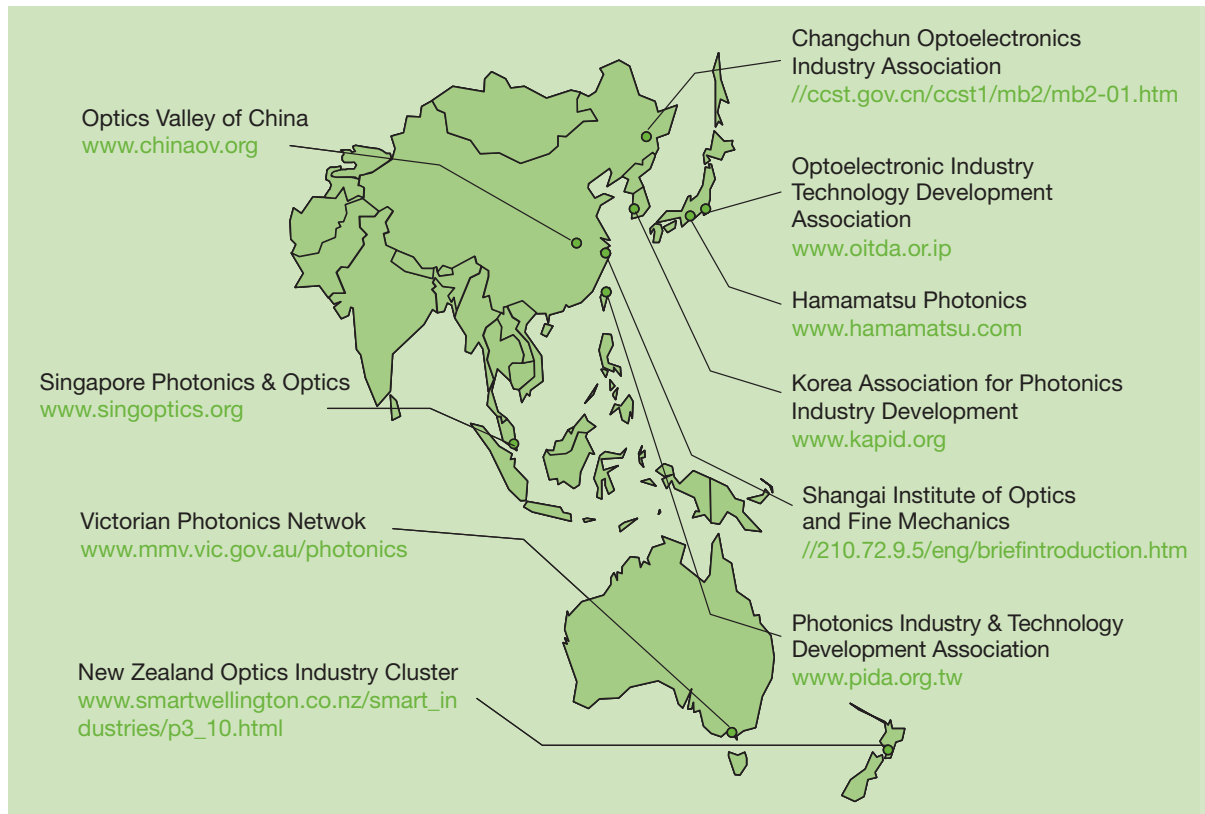


¹³ PAYNE i GAMBLING, 1975.

Com a resultat d'aquesta activitat, s'han constituït a l'entorn de l'ORC 9 empreses fotòniques, 5 de les quals han estat promogudes directament des del Centre for Enterprise and Innovation de la Universitat de Southampton. Entre aquestes destaca especialment Southampton Photonics Inc. (SPI), que desenvolupa i fabrica làsers de fibra òptica d'alta potència per a una gran varietat d'aplicacions de marcatge i microfabricació. Aquesta companyia cotitza actualment en l'*Alternative Investment Market* (AIE) de la Borsa de Londres per un valor superior als 25 milions de lliures.

A l'actualitat la xifra de negoci global del clúster de Southampton ha superat els 100 milions d'euros, però segons l'opinió del professor David Payne la consolidació d'un clúster d'èxit en el camp de la fotònica necessita com a mínim deu anys. Considera que els governs han d'estar preparats per mantenir el suport a aquestes iniciatives durant aquests períodes. També explica que han après algunes lliçons a partir de les empreses derivades (*spin offs*) que han fracassat i que és molt important que persones del món dels negocis i no del món acadèmic siguin els responsables de la gestió de les

Figura 4
Clústers fotònics a Asia



noves empreses. Segons ell, l'èxit de Southampton es deu a l'elecció d'aquestes persones i a un enfocament permanent dels negocis cap a les necessitats reals del mercat a curt i a llarg termini, i també al fet que han aconseguit finançament públic i privat de manera continuada durant molts anys.

L'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) és una fundació creada amb la missió de dur a terme activitats de recerca i formació de base àmplia, tant bàsica com aplicada, en les diferents branques de les ciències i les tecnologies òptiques, al més alt nivell internacional.

4. Els centres de recerca especialitzats (ICFO i CD6) i les primeres empreses derivades (*spin-off*)

Com hem vist, molts clústers fotònics s'han anat desenvolupant a l'entorn d'un o diversos centres de recerca de referència que actuen com a generadors i transmissors de coneixement. A Catalunya tenim dos centres especialitzats en el camp de l'enginyeria òptica i la fotònica: l'ICFO i el CD6.

L'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) és una fundació creada per la Generalitat de Catalunya i la Universitat Politècnica de Catalunya el març del 2002, dins el marc del programa de centres de recerca de Catalunya (2001-2004) amb la missió de dur a terme activitats de recerca i formació de base àmplia, tant bàsica com aplicada, en les diferents branques de les ciències i les tecnologies òptiques, al més alt nivell internacional.

Ubicat al Parc Mediterrani de la Tecnologia, a Castelldefels, l'ICFO concentra una massa crítica d'investigadors i de personal de suport que li permet dur a terme recerca de frontera, de base àmplia, en diversos camps de les ciències fotòniques, des de les telecomunicacions òptiques fins a les biotecnologies, passant per les tècniques de detecció remota, els sensors, la informació quàntica i la fotònica industrial. L'ICFO ofereix la possibilitat d'obtenir el doctorat en ciències òptiques amb una àmplia cobertura tant dels aspectes bàsics com dels aplicats. L'ICFO també estableix col·laboracions amb la indústria i amb el sector privat en general, i afavoreix la creació d'empreses de base tecnològica per part dels seus investigadors i, molt especialment, dels seus estudiants graduats.

Una de les peces clau de l'ICFO és el Consell Científic Assessor, format per científics de prestigi internacional en l'àrea de les ciències òptiques i fotòniques, que aconsella el Patronat de la Fundació ICFO i el director de l'ICFO sobre les qüestions científiques que afecten el desenvolupament de l'Institut.

El model de l'ICFO és el de la recerca de frontera basada en la passió per allò que es desconeix i en l'esforç. L'Institut està organitzat en grups autònoms liderats per un investigador amb contracte permanent (*group leader*) i format per joves investigadors doctors i per estudiants de doctorat. L'ICFO fomenta la col·laboració del seu personal amb investigadors de les universitats i els centres de recerca del seu entorn, com també amb empreses i institucions privades. En aquests moments, l'ICFO acull unes 200 persones organitzades en 16 grups de recerca. L'ICFO també té enginyers i personal tècnic de suport a la recerca. Està previst que a ple rendiment el centre doni feina a més de 300 persones i ocupi uns espais de 8.000 metres quadrats. L'ICFO gaudeix de finançament basal aportat per la Generalitat de

Catalunya, complementat amb recursos provinents de projectes competitiu d'agències nacionals i internacionals de recerca i amb contractes de recerca establerts amb companyies privades, que actualment representen la major part del finançament de la institució.

L'ICFO seria una peça clau i indispensable per desenvolupar un clúster fotònic a Catalunya. Des del començament va formalitzar perfectament el procés de transferència de coneixements i tecnologia (KTT) i ha desenvolupat un *Corporate Liaison Program* per establir relacions estables de cooperació amb corporacions industrials, per promoure la creació d'empreses derivades per aportar lideratge a la indústria fotònica i per esdevenir una font de coneixement, tecnologia i talent. En aquest sentit cal destacar el programa ICFO+, un paquet formatiu format per un conjunt de cursos i activitats, dissenyat per proveir els estudiants de doctorat i els investigadors postdoctorals més joves de les habilitats necessàries per desenvolupar les qualitats personals que els puguin convertir en futurs líders, tant en el món acadèmic com en el món empresarial. El paquet inclou també la formació relacionada amb la protecció de la propietat intel·lectual, l'elaboració de patents i el desenvolupament d'habilitats comunicatives.

Els primers èxits de l'ICFO en aquest camp ja són tangibles, atès que s'ha constituït Radiantis, la primera empresa derivada. Radiantis¹⁴ està especialitzada en el desenvolupament i la fabricació de sistemes i instruments d'estat sòlid que aportin la màxima flexibilitat per a la sintonització de làsers, des de la zona ultraviolada (UV) fins a la infraroja (IR). Entre els seus productes trobem oscil·ladors òptics paramètrics (OPO) i generadors harmònics.

Tot i ser una institució jove, l'ICFO ha aconseguit, sota el guiatge dels seus líders de projecte i gràcies a la seva activitat científica, un prestigi i un reconeixement del màxim nivell internacional, i avui ja és un punt de referència obligat per a tots els estudiants de doctorat i els investigadors postdoctorals que busquen el mestratge d'investigadors que es troben entre els millors del món en camps com la nanofotònica, l'optoelectrònica, la biofotònica i l'òptica quàntica.

L'altre centre especialitzat és el CD6. El CD6 és un centre tecnològic pertanyent a la Universitat Politècnica de Catalunya¹⁵ i ubicat al Campus de Terrassa. L'activitat del centre gira al voltant de l'enginyeria òptica en un sentit ampli. En el CD6 es desenvolupen projectes de recerca aplicada i també activitats orientades a satisfer la demanda de sectors industrials, a través de projectes d'innovació, prestació de serveis, etc.

L'activitat del CD6 gira al voltant de l'enginyeria òptica en un sentit ampli: s'hi desenvolupen projectes de recerca aplicada i també activitats orientades a satisfer la demanda de sectors industrials.

L'expertesa acumulada s'emmarca en les àrees següents:

- Disseny de sistemes òptics i sensors
- Metrologia òptica
- Desenvolupament de sensors i instrumentació
- Instrumentació biomèdica

¹⁴ <<http://www.radiantis.com>>.

¹⁵ <<http://www.cd6.upc.es>>.

- Aplicacions de la tecnologia làser
- Tecnologia del color

L'activitat del CD6 no està orientada a un segment de mercat concret, ja que l'enginyeria òptica és una tecnologia transversal. Per aquest motiu, el CD6 disposa d'un ampli ventall de clients, tant nacionals com internacionals, que operen en sectors diversos (automoció, semiconductors, òptica, electrònica i multimèdia, biomèdica, energia solar, cosmètica, fabricants d'instrumentació, tèxtil, paperer, altres centres tecnològics, etc.).

El CD6 va ser fundat pels investigadors d'un grup que ja havia estat reconegut l'any 1993 com a Grup de recerca consolidat per la Generalitat de Catalunya. La UPC el va reconèixer com a centre específic de recerca l'any 1997 i des de l'any 2002 és membre de la Xarxa de Centres d'Innovació Tecnològica (Xarxa IT) del CIDEM. L'organització del centre gira a l'entorn del projecte com a unitat bàsica de gestió, en el qual el client juga un paper fonamental. Des de l'any 2007 el centre disposa de la certificació de qualitat ISO 9001.

L'estratègia del CD6 es basa en dues línies: l'orientació cap a la innovació i l'equilibri entre les fonts de finançament

L'estratègia del CD6 es basa en dues línies: l'orientació cap a la innovació i l'equilibri entre les fonts de finançament. L'orientació cap a la innovació s'aconsegueix mitjançant l'execució de projectes de recerca aplicada amb els quals el centre pot abordar iniciatives de molt risc que no troben finançament suficient

en el sector privat. Aquests projectes es desenvolupen amb recursos obtinguts d'agències públiques d'R+D en règim competitiu i també amb recursos propis generats a partir de contractes amb empreses que es reinverteixen en forma de cofinançament. El coneixements i els resultats obtinguts en aquests projectes, prèviament protegits en forma de patents, es transfereixen a sectors empresarials, es llicencien o bé s'utilitzen per crear noves empreses de base tecnològica. El CD6 també considera estratègic mantenir l'equilibri entre el finançament procedent de les agències públiques i els contractes amb empreses. El fet de mantenir una activitat en recerca aplicada de qualitat permet al centre mantenir una posició capdavantera en el camp de l'enginyeria òptica i enfortir la seva competitivitat a l'hora de donar resposta a demandes més sofisticades procedents dels sectors empresarials. Amb aquesta estratègia el CD6 intenta completar el cicle de la innovació que s'inicia amb una idea i s'acaba amb un nou producte o servei en el mercat.

L'activitat del CD6 dóna lloc regularment a nombroses contribucions científiques, que any rere any són publicades en revistes de prestigi reconegut i presentades en els congressos internacionals de més rellevància. El CD6 disposa de més de 20 patents, de les quals 4 estan en explotació a través dels contractes de llicència corresponents.

Un dels aspectes en què el CD6 ha destacat en els darrers anys ha estat la creació d'empreses de base tecnològica. Gràcies a l'esperit emprenedor dels membres del centre i al suport de la Xarxa de Trampolins Tecnològics del CIDEM, s'han constituït 4 noves empreses derivades que exploten resultats de recerca propis del centre: SENSOFAR¹⁶ està dedicada a la fabricació i la comercialització

¹⁶ <<http://www.sensofar.com>>.

de sistemes avançats de metrologia de superfícies, VISIOMETRICS¹⁷ comercialitza instrumentació per al control objectiu de la qualitat de la visió humana, SIOP¹⁸ ofereix eines de disseny i simulació de sistemes òptics per a qualsevol tipus d'aplicació i, finalment, MICROPAP¹⁹ comercialitza electrònica de control de motors amb una solució tecnològica altament flexible i competitiva. En termes econòmics, l'activitat del grup CD6 (CXIT, centre de la xarxa IT, i empreses derivades) va superar l'any 2007 els 4 milions d'euros, amb un creixement mitjà en els darrers exercicis superior al 20%. Actualment al centre hi treballen unes 30 persones, incloent-hi investigadors, tècnics, becaris i personal administratiu, mentre que a les empreses derivades hi treballen al voltant de 20 persones. Cal assenyalar que, en els darrers 5 anys, el CD6 ha transferit 10 persones altament qualificades als seus clients.

A més de l'ICFO i del CD6 a Catalunya també hi ha altres centres que, tot i no estar especialitzats en el camp de la fotònica, també utilitzen aquestes tecnologies en els seus camps d'actuació respectius. Entre aquests centres podem destacar el Centre de Visió per Computador (CVC),²⁰ el Centre Nacional de Microelectrònica del CSIC (CNM-IMB),²¹ el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)²² i el Centre de Comunicacions Avançades de Banda Ampla de la UPC (CCABA).²³

Per completar la visió del potencial de recerca existent a Catalunya en el camp de l'òptica i la fotònica, tenim els grups de recerca reconeguts per la Generalitat de Catalunya en les seves diferents

categories. A la convocatòria, que es va fer l'any 2005 en el marc del Pla de recerca i innovació, es van reconèixer 11 grups. A la taula següent s'han recopilat els noms d'aquest grups i les institucions a les quals pertanyen.

Taula 1
Grups de recerca reconeguts per la Generalitat de Catalunya

Nom del grup	Institució
Propietats optoelectròniques de materials nanoestructurats	CSIC
Grup de Sensors i Biosensors	UAB
Grup de Física i Enginyeria de Materials Amorfs i Nanoestructures	UB
Grup d'Òptica	UAB
Grup de Recerca en Òptica Física	UB
Grup de Recerca en Enginyeria Òptica	UPC
Grup de Comunicacions de Banda Ampla	UPC
Nanoelectronic and Photonic Systems	URV
Làsers i Propietats Elèctriques i Òptiques dels Materials	UPC
Enginyeria i Materials Electrònics (EME)	UB
Grup de Fotònica	UPC

5. Les empreses i els primers projectes cooperatius

L'enginyeria òptica i la fotònica són tecnologies d'aplicació transversal i avui en dia representen, juntament amb les àrees «bio», un dels sectors amb potencial de creixement més elevat.

En la metodologia clàssica per a la construcció i el desenvolupament d'un clúster competitiu és indispensable analitzar la base empresarial i caracteritzar tots els actors que formen part de la cadena de valor.

¹⁷ <<http://www.visionmetrics.com>>.

¹⁸ SIOP: <<http://www.snelloptics.com>>.

¹⁹ MICROPAP: <<http://www.micropap.com>>.

²⁰ CVC: <<http://http://cvc.uab.es>>.

²¹ CNM-IMB: <<http://cnm.es>>.

²² CTTC: <<http://cttc.es/index.jsp>>.

²³ CCABA: <http://upc.edu/unitats/fitxa_unitat.php?id_unitat=283&tip=15x&long=esp>.

Tal com es veu a la figura 5, a l'esquerra hi ha els **proveïdors de primer nivell**, que són empreses que desenvolupen o subministren tecnologia pròpia en el camp de l'enginyeria òptica i la fotònica; generalment, fabriquen components o sistemes. Els següents són els **integradors**, que són els clients dels proveïdors de primer nivell i que integren la seva tecnologia en un sistema que aporta una solució (*embedded solution*). Els integradors fan la funció de «verticalització» del producte per a cada mercat, és a dir, proporcionen solucions a mida a clients específics. En alguns casos, una mateixa empresa pot actuar com a proveïdor de primer nivell i com a integrador, i apropiat-se del valor afegit que representa el desenvolupament de la solució. Finalment, a l'altre extrem de la cadena de valor trobem el mercat local, els clients finals que, depenent del segment de mercat o tipus de negoci, poden ser

Figura 5
Cadena de valor del clúster



grans multinacionals, petites o mitjanes empreses, administracions públiques o fins i tot usuaris finals.

Al llarg dels darrers mesos s'ha efectuat una primera anàlisi del potencial empresarial fotònic a Catalunya. El resultat és que s'han identificat uns 20 proveïdors de primer nivell amb una facturació global l'any 2006 lleugerament superior als 60 milions

Taula 2
Empreses del camp de l'enginyeria òptica i fotònica que actuen a Catalunya

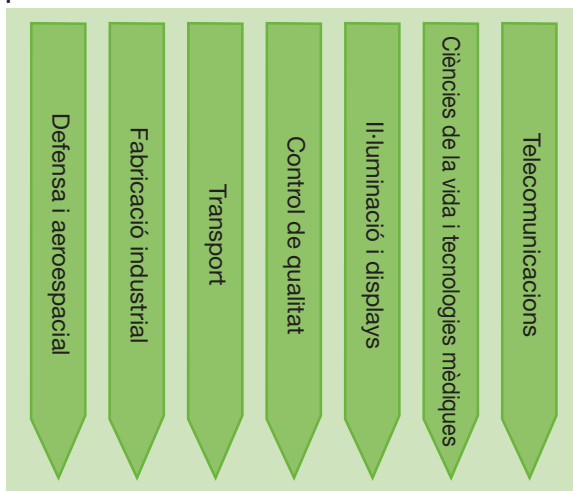
Empresa	Activitat	Lloc web
Easy-Laser	Sistemes làser de marcatge	www.easy-laser.biz
Hamamatsu	Components fotònics	www.hamamatsu.com
Imagine Optic	Sensors de front d'ona	www.imagine-optic.com
Industrias Pedret	Instruments òptics de precisió	www.opticspedret.com
Laser Components	Components i sistemes làser	www.lcs-laser.com
Laser Technology	Enginyeria i consultoria en làsers i electroòptica	www.laser-technology.com
Leica Microsystems	Sistemes òptics de precisió per a anàlisi de microestructures	www.leica-microsystems.com
Macsa	Codificació i identificació amb tècniques de marcatge làser	www.macsa.es
Micos	Posicionament, optomecànica, sensors de fibra òptica	www.micos.es
Monocrom	Mòduls de díodes làser (LDM)	www.monocrom.com
Nub3D	Sistemes de digitalització 3D	www.nub3d.com
On-Laser	Aplicacions làser	www.on-laser.com
Radiantis	Sistemes làser sintonitzables	www.radiantis.com
Semai	Lluminàries amb tecnologia LED	www.semailighting.com
Sensofar	Sistemes de metrologia òptica de superfícies	www.sensofar.com
Service Vision	Càmeres i accessoris per a la indústria cinematogràfica	www.servicevisionsystem.com
SIOP	Disseny i simulació de sistemes òptics	www.snelloptics.com
Telstar Instrumat	Instrumentació per a mesura de superfícies	www.telstar-instrumat.com
Visiometrics	Sistemes de mesura i diagnòstic de les capacitats visuals	www.visiometrics.com
W-onesys	Sistemes òptics per a xarxes de telecomunicacions de banda ampla	www.w-onesys.com

d'euros i amb un creixement anual en el període 2000-2006 de prop del 25%. Aquestes empreses ocupaven l'any 2006 vora 220 treballadors.

També s'han identificat prop de 30 empreses que fan la funció d'integradors i que aporten al mercat solucions sofisticades basades en components o sistemes subministrats pels proveïdors de primer nivell. Atès que és tan àmplia la gamma de productes dels quals disposen aquestes empreses, és molt difícil avaluar la xifra de negoci i el nombre de treballadors directament relacionats amb la producció de solucions que incorporen components o sistemes òptics i fotònics. Una primera estimació dona una xifra de negoci l'any 2006 al voltant de 500 milions d'euros, amb un creixement anual del 7% en el període 2000-2006.

Pel que fa al mercat, durant l'any 2007 ACC1Ó ha dut a terme un estudi de mercat per localitzar els usuaris principals d'aquestes tecnologies a

Figura 6
Sectors industrials que ofereixen solucions basades en productes fotònics



Catalunya, mirant d'identificar els segments que permetrien fomentar el desenvolupament dels actors principals de la fotònica a Catalunya i que podrien aportar un reforçament més gran de la seva competitivitat. Tenint en compte les tendències i les condicions de la demanda, s'han identificat set segments verticals en els quals s'ofereixen solucions basades en productes fotònics, tal com es pot veure en la figura 6.

A l'estudi es fa una avaluació qualitativa dels set segments, tant des dels punts de vista de l'oferta com de la demanda. Tot i que existeix potencial en quasi tots els sectors, la conclusió a la qual s'arriba és que hi ha tres segments en què hi ha massa crítica suficient per beneficiar-se d'una iniciativa de reforçament de la competitivitat: ciències de la vida, il·luminació i *displays* i el sector del transport.

Pel que fa a la constitució d'un clúster, és un factor clau analitzar la tendència cap a la connexió entre els diferents actors, com també la seva relació amb els centres de recerca i innovació. En aquest aspecte es pot afirmar que la situació és molt bona. Ja hem vist que entre el CD6 i l'ICFO s'han generat 5 empreses derivades en els darrers anys, totes proveïdores de primer nivell. 6 dels proveïdors de primer nivell i 15 de les empreses integradores són clients habituals del CD6, i 8 són membres del *Corporate Liaison Program* de l'ICFO.

També és molt destacable que a partir de l'any 2007 es van començar a desenvolupar els primers projectes en col·laboració entre els membres del clúster fotònic potencial. Aquell mateix any, el CIDEM va llançar una nova línia d'incentius per a la creació del que s'anomenaven nuclis estratègics d'innovació cooperativa (NEIC). Dels 6 únics projectes aprovats en el marc d'aquesta convocatòria, un és de l'àmbit de la fotònica. S'anomena projecte LIMIT, i és una proposta de l'agrupació empresarial constituïda per

les empreses Telstar (que actua com a líder de l'agrupació), ENCOPIM, Easy-Laser i Sensofar. L'agrupació s'ha creat per disposar d'un entorn de col·laboració al voltant d'un repte tecnològic comú en el qual es puguin dur a terme de forma cooperativa tasques d'R+D. L'objectiu general d'aquest projecte consisteix en el fet que les quatre empreses de l'agrupació adquireixin el coneixement, l'experiència i els contactes necessaris per incorporar les noves tecnologies electroòptiques i fotòniques, i fer-ne un bon ús. L'objectiu final consisteix a desenvolupar noves línies de productes i aplicacions industrials basades en aquestes tecnologies, que facin les empreses de l'agrupació molt més competitives en els seus sectors i camps de negoci (farmacèutic, automòbil, marcatge làser i metrologia òptica, respectivament).

Actualment s'estan generant propostes de col·laboració entre empreses de l'àmbit de la fotònica que podrien donar lloc a la generació de nous grans consorcis estratègics nacionals capaços de liderar projectes d'abast més gran

Durant l'any 2008 s'ha constituït un segon consorci per desenvolupar un altre projecte de col·laboració. Es tracta del projecte TOPAZI, i en aquest cas l'agrupació està formada per 5 empreses, totes amb seu social i operativa a Catalunya: Servicevision Bis, S.L., que actua com a líder, Indústries d'Òptica, SAU (INDO), Indústries Pedret, S.A., NTE, S.A., i MONOCROM, S.L.. Aquestes 5 empreses s'han aglutinat al voltant d'un projecte comú, per intentar donar resposta a la necessitat de disposar d'òptica de gran qualitat a Catalunya. L'objectiu final d'aquest projecte consisteix a desenvolupar la capacitat de dissenyar i construir dispositius òptics complexos a Catalunya. Els resultats previstos són variats, depe-

nent del mercat al qual s'orienten les aplicacions respectives; concretament, a curt termini s'esperen els resultats següents: desenvolupar la capacitat de dissenyar i construir objectius anamòrfics i òptica per aplicacions a ultrabaixa temperatura, recobriments multicapa de prestacions molt altes, nous polímers orgànics amb propietats optomecàniques millorades i capçals làser per a díodes de potència.

I finalment, durant el mes de setembre del 2008 s'ha constituït un tercer consorci liderat per l'empresa MAPRO per desenvolupar un projecte que té l'objectiu d'obtenir nous mètodes d'assaigs no destructius per a materials compostos, entre els quals s'inclouen els mètodes basats en les noves tecnologies fotòniques.

Aquests tres projectes representen en conjunt una despesa de les empreses dels diferents consorcis de prop de 4 milions d'euros i, tot i que les línies d'ajuts de l'administració són un incentiu important, no es pot qüestionar el fet que aquestes empreses veuen en les noves tecnologies fotòniques i en la clusterització un potencial important amb vista al reforçament de la seva competitivitat. Actualment s'estan generant noves propostes i tot això podria donar lloc a mitjà termini a la generació de grans consorcis estratègics nacionals capaços de liderar projectes d'abast més gran.

6. L'oferta formativa: el Master in Photonics de Barcelona

Una oferta formativa de qualitat, juntament amb l'existència de centres de recerca amb prestigi internacional, és la combinació ideal per poder atreure joves talents cap a un territori. A més, la disponibilitat de persones amb un nivell excel·lent de formació és clau per desenvolupar nous projectes i noves iniciatives empresarials.

Històricament, la formació de grau en òptica i fotònica a Catalunya ha estat lligada als títols de ciències físiques de la Universitat de Barcelona i la Universitat Autònoma i als títols d'enginyeria de telecomunicacions i electrònica de la Universitat Politècnica de Catalunya. També hi ha programes de postgrau, com el programa de doctorat en enginyeria òptica liderat pel Departament d'Òptica i Optometria de la UPC.

L'any 2005, amb l'objectiu de donar resposta al nou marc de l'espai europeu d'educació superior, amb la iniciativa de l'ICFO, aquestes tres universitats i l'ICFO van proposar de manera conjunta la creació d'una oferta de postgrau en el camp de la fotònica capaç de competir a la primera divisió en termes de qualitat i projecció internacional. El resultat ha estat el Master in Photonics de Barcelona (©PhotonicsBCN),²⁴ que es va inaugurar amb la primera edició el curs 2007-2008.

L'objectiu del Master in Photonics consisteix a proporcionar als estudiants una formació sòlida en els fonaments de la ciència i la tecnologia de la llum. El programa incideix en les diferents àrees de la fotònica i cobreix des dels aspectes més teòrics fins als més aplicats. També inclou un mòdul de formació transversal orientat al desenvolupament d'habilitats, l'emprenedoria, la innovació i el lideratge. La pretensió és crear el que en anglès anomenen *T-shaped people*, és a dir, científics i tecnòlegs amb un coneixement profund en el camp de la fotònica que els permeti afrontar una carrera investigadora, però també amb un coneixement ampli i transversal que els aportï recursos per desenvolupar-se com a emprenedors. Les matèries obligatòries es complementen

amb una àmplia oferta d'assignatures optatives i amb un treball de recerca (M. Sc. Thesis) que tots els estudiants han de dur a terme en algun dels grups de recerca que donen suport al Master in Photonics. Tots els cursos s'imparteixen exclusivament en anglès en els diferents campus i laboratoris de les quatre institucions implicades.

A la primera edició el Master in Photonics va tenir més de trenta preinscrits, dels quals 18 es van matricular i van seguir el programa, estructurat en dos semestres. A més, diversos alumnes inscrits en programes de doctorat encara vigents van assistir també a alguns dels cursos. Segons la informació de què disposem, tots treballen en projectes relacionats amb l'enginyeria òptica i la fotònica, sia en empreses, sia en centres de recerca o a l'estranger.

L'objectiu del Master in Photonics consisteix a proporcionar als estudiants una formació sòlida en els fonaments de la ciència i la tecnologia de la llum

A la segona edició, la del curs 2008-2009, la xifra de matriculats ha augmentat fins a 30, amb una presència d'alumnes de fora d'Espanya del 30%. Hi ha estudiants de diferents països: Alemanya, França, la Xina, l'Índia, Romania, Iran i Veneçuela. Així, doncs, tot sembla indicar que la visibilitat del Master in Photonics augmenta i que podria arribar a consolidar-se a mitjà termini com l'oferta formativa de qualitat en aquest camp del sud d'Europa.

²⁴ <<http://www.photonicsbcn.eu>>.

7. Les xarxes fotòniques i el paper de la UE

La Unió Europea també ha reconegut la importància de les tecnologies fotòniques i ha posat en marxa iniciatives per ajudar les empreses europees a assolir una posició de lideratge enfront dels principals competidors americans i asiàtics.

Com a resultat d'aquestes iniciatives s'ha anat creant un conjunt de xarxes i plataformes que faciliten extraordinàriament el flux d'informació i la constitució de consorcis d'empreses, centres de recerca i institucions amb interessos comuns. A continuació revisem algunes d'aquestes iniciatives.

Les plataformes europees són mecanismes per definir les prioritats en recerca i desenvolupament, els terminis i els pressupostos en els camps que es considerin estratègics pel seu impacte i la seva rellevància social dintre dels programes RTD de la UE

En primer lloc tenim Photonics21,²⁵ la plataforma tecnològica creada per la UE per al desenvolupament de la fòtonica a Europa. Les plataformes europees són mecanismes per definir les prioritats en recerca i desenvolupament, els terminis i els pressupostos en els camps que es considerin estratègics pel seu impacte i la seva rellevància social dintre dels programes RTD de la UE. En el

cas de la plataforma fòtonica s'han creat 7 grups de treball, 4 d'horizontals i 3 de verticals, a partir dels quals s'identifiquen les prioritats de la plataforma. En els grups horitzontals trobem: informació i comunicacions (WG1), producció industrial, fabricació i qualitat (WG2), ciències de la vida i salut (WG3) i il·luminació i dispositius de visualització (WG4); en els grups verticals tenim: seguretat, metrologia i sensors (WG5), disseny i fabricació de components i sistemes fòtonics (WG6) i formació i infraestructures de recerca (WG7).

Un mirall de Photonics21 a Espanya és Fotónica21,²⁶ la Plataforma tecnològica espanyola de fòtonica, que es va crear amb el suport del Ministeri d'Indústria per intentar englobar els actors principals del sector a Espanya, coordinar les activitats a escala estatal i vertebrar el procés d'innovació industrial de la tecnologia fòtonica i les seves aplicacions en els mateixos camps i sectors definits a la plataforma Photonics21. Un dels objectius principals de Fotónica21 consisteix a augmentar la participació espanyola al VII Programa marc de la UE en els àmbits de les tecnologies de la informació i les comunicacions, les nanotecnologies, els materials i els processos de producció i la seguretat.

Un instrument molt rellevant en l'àmbit empresarial és l'EPIC,²⁷ el consorci fòtonic industrial europeu. EPIC treballa amb les empreses, les universitats i la Comissió Europea per construir un sector industrial fòtonic més competitiu en l'àrea econòmica europea, capaç de créixer en termes tecnològics i econòmics en un mercat global altament competitiu.

²⁵ <<http://www.photonics21.org>>.

²⁶ <<http://www.fotonica21.org>>.

²⁷ <<http://www.epic-assoc.com>>.

Com a resultat d'un projecte finançat pel VI Programa marc de la UE s'ha creat OPERA2015,²⁸ amb l'objectiu de recopilar l'inventari dels recursos existents a la UE en el camp de l'òptica i la fotònica. L'inventari inclou empreses, centres i grups de recerca, infraestructures, programes de formació, etc. També és l'objectiu d'OPERA2015 contribuir al desenvolupament de la visió estratègica a mitjà i a llarg termini de la recerca i la indústria europees en el camp de la fotònica.

Un altre projecte molt rellevant és MONA (Merging Optics and Nanotechnologies),²⁹ que es va iniciar el juny de l'any 2005 per omplir l'espai entre les tecnologies fotòniques i les nanotecnologies. El projecte partia de la base que les nanotecnologies i els nanomaterials influïrien substancialment en molts dels nous avenços en el camp de la fotònica. En l'actualitat ja disposem d'un full de ruta per a les tecnologies nanofotòniques. Més de 300 persones d'empreses i del món acadèmic han participat en l'elaboració d'aquest full de ruta, en el qual es fa una prospectiva en el futur dels materials, els equipaments, els processos i les aplicacions principals d'aquesta nova tecnologia. En aquest aspecte és interessant assenyalar que l'abril de l'any 2008 el grup de nanoelectrònica i sistemes fotònics de la Universitat Rovira i Virgili ha organitzat la primera conferència espanyola de nanofotònica, en la qual es van presentar 5 conferències invitades, 27 comunicacions orals i 65 pòsters. Aquest èxit de participació demostra la intensa activitat dels grups i els centres de recerca espanyols en aquest camp.

Finalment, cal destacar que l'existència d'un sector econòmic al voltant de les activitats en enginyeria òptica i fotònica es posa de manifest mitjançant els

portals que diferents institucions han anat creant per informar sobre les ofertes i les demandes professionals. Un exemple n'és un *infojob* de l'IOP.³⁰

8. El clúster fotònic de Catalunya: una oportunitat i un repte

La història ens ha ensenyat que una descoberta científica o un èxit tecnològic poden desencadenar la creació d'una nova indústria capaç de generar una gran quantitat d'innovacions radicals al llarg d'unes quantes dècades. Això ja està passant d'ençà de la invenció del làser i actualment el mercat relacionat amb les tecnologies òptiques i fotòniques és una realitat. Tot indica que just estem acabant de travessar el llindar de l'era fotònica i, per tant, és obvi que ens trobem al davant d'una oportunitat.

Amb aquesta oportunitat, una iniciativa de clusterització sembla una bona estratègia, a curt i a mitjà termini, per incrementar la productivitat i la competitivitat de les empreses, per crear-ne de noves i per afavorir els processos d'innovació.

Hem vist que l'anàlisi metodològica realitzada per promoure la creació d'un clúster fotònic a Catalunya recomana que es concentrin els esforços en la creació dels mecanismes necessaris per incorporar la fotònica en alguns dels clústers ja existents a Catalunya, en particular en els relacionats amb les ciències de la vida, la il·luminació i el transport. Aquest enfocament respon a la metodologia clàssica de Porter, però segurament caldria revisar-lo en el cas d'un clúster de base tecnològica. En aquests casos el mercat local d'usuaris finals és molt important, però no es pot

²⁸ <<http://www.opera2015.org>>.

²⁹ <<http://www.ist-mona.org>>.

³⁰ <<http://optics.org/cws/jobs>>.

perdre de vista que l'estratègia tecnològica i comercial d'una empresa que vol ser competitiva en aquest sector ha d'anar adreçada des de l'inici al mercat global. Guy Kawasaki, fundador i director de Garage Technology Ventures,³¹ que col·labora habitualment amb l'Stanford Technology Ventures Program, el programa d'emprenedoria i creació d'empreses de la Universitat d'Stanford, sempre recomana als seus alumnes que pensin en els negocis globalment, però que els provin localment: «Si no ets capaç de vendre les teves idees o els teus productes al Valley, difícilment seràs capaç de fer-ho a Àsia o a Europa.»

Una iniciativa de clusterització sembla una bona estratègia, a curt i a mitjà termini, per incrementar la productivitat i la competitivitat de les empreses, per crear-ne de noves i per afavorir els processos d'innovació.

A part d'això, hem vist que disposem de tots els elements clau –en quantitat i en qualitat– per intentar tirar endavant un clúster fotònic a Catalunya. És veritat que la base empresarial encara és molt petita, però no és gaire diferent de la que hi havia als clústers d'Arizona, Marsella i Southampton al començament, fa ben pocs anys. Tenim capacitat de generar i de transferir coneixement, tenim capacitat formativa i d'atreure talent. A més, ja són una realitat els primers projectes cooperatius entre els principals actors del mercat de la fotònica a Catalunya, fortament sostinguts per una política decidida de l'administració. També tenim una bona presència a les xarxes i als consor-

cis fotònics internacionals. El diagnòstic no és pas desfavorable. Què falta, doncs?

Segurament el que encara ens falta és una bona dosi de lideratge empresarial i d'atreviment. Aquest és el veritable repte que tenim al davant. Si definim una bona estratègia, si som capaços d'identificar bones oportunitats de negoci i de construir bons projectes empresarials, ben segur que trobarem els recursos humans i financers per tirar-los endavant. Després ens faltaria una bona dosi de treball i de paciència. Ja ho sabem per l'experiència d'altres clústers fotònics: la consolidació d'un clúster tecnològic necessita uns deu anys. També necessitarem confiança per mantenir el finançament dels grups i dels centres de recerca perquè puguin continuar sent capdavanters a escala mundial. Finalment, hem d'esperar que els programes de formació transversal, com l'ICFO+ i com el que s'ofereix al Master in Photonics de Barcelona, contribueixin a fer aflorar encara més l'esperit emprenedor dels joves enginyers i investigadors.

Un primer pas en aquesta direcció podria ser la constitució d'una agrupació d'empreses innovadores. L'experiència de les que es van constituir l'any 2007 sembla força positiva i els ha permès coordinar-se i definir un pla estratègic i unes línies d'actuació conjuntes. Una AEI en el camp de l'enginyeria òptica i la fotònica seria útil per promoure projectes d'innovació cooperativa en aplicacions transversals, definint reptes estratègics comuns per als proveïdors de primer nivell, i també per identificar les oportunitats verticals en els negocis que permetin trobar sinergies entre els proveïdors de primer nivell i els integradors. Tot això sense deixar d'estimular ni un sol moment la creació de noves empreses de base tecnològica.

³¹ <<http://www.garage.com>>.

Referències

- BECATTINI, G. *Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull'unità di indagine dell'economia industriale*. Rivista di Economia e Politica Industriale. Núm.5. 1979.
- BECATTINI, G. *Il distretto industriale, un nuovo modo di interpretare il cambiamento economico*. Rosenberg & Sellier. Torí, 2000.
- PORTER, M. *The competitive advantage of nations*. Free press. Nova York, 1990. Traducció espanyola a Plaza & Janés, 1991.
- PORTER, M. *On competition*. HBR Press. Boston. 1998.
- PORTER, M. *The economic performance of Regions. Measuring the role of clusters*. Presentació realitzada a Göteborg, Suècia, el setembre de 2003, en el marc de la Convenció Anual del The Competitiveness Institute.
- PAYNE, D. N. i GAMBLING, W. A. «Zero material dispersion in optical fibres». *Electronic Letters*, 1975, vol. 11 p. 176-178.

Adreces d'internet

- RADIANTIS <<http://www.radiantis.com>>.
- CD6 <<http://www.cd6.upc.es>>.
- SENSOFAR <<http://www.sensofar.com>>.
- VISIOMETRICS <<http://www.visiometrics.com>>.
- SNELLOPTICS <<http://www.snelloptics.com>>.
- MICROPAP <<http://www.micropap.com>>.
- Master in photonics <<http://www.photonicsbcn.eu>>.
- Photonics21 <<http://www.photonics21.org>>.
- Fotónica21 <<http://www.fotonica21.org>>.
- EPIC <<http://www.epic-assoc.com>>.
- OPERA2015 <<http://www.opera2015.org>>.
- MONA (Merging Optics and Nanotechnologies) <<http://www.ist-mona.org>>.
- Infojob de l'IOP <<http://optics.org/cws/jobs>>.
- Garage Technology Ventures <<http://www.garage.com>>.
-