

Relatorio

GALICIA E AS TECNOLOXÍAS DA INFORMACIÓN E AS COMUNICACIÓNS

Fernando Pérez González

Universidade de Vigo

En outubro de 1956 comezaron as emisións regulares de televisión en España. Só dous anos despois, desde un pequeno obradoiro, Televés iniciaba a fabricación das antenas que se empezaban a demandar, por mor da visión dun farmacéutico de Santiago, Ricardo Bescansa, que descubriu a televisión nunha viaxe a Lisboa. Cúmprese, precisamente, o L aniversario deste fito que marcou o comezo en Galicia da actividade empresarial en tecnoloxías das comunicacións. Onde está o sector medio século despois? Cales son as súas fortalezas, debilidades e ameazas? Que oportunidades se abren no futuro? As respostas a estas preguntas, que comentarei nestas páxinas, levan a concluír que se o sector é quen de superar algunhas ameazas que escurecen o horizonte e recibe a axuda precisa, pode converterse nun dos motores industriais de Galicia nun campo de enorme valor engadido, onde o coñecemento é o activo principal.

Comecemos por avaliar a situación actual do sector. Contabilizando o número de empresas, o Observatorio Galego das TIC sostén que o ramo das Tecnoloxías da Información e as Comunicacións (TIC) galego representa un 4% do total do Estado e mantén unhas taxas moi elevadas de crecemento: no período 2003-2006, o sector das TIC medrou en Galicia un 8%, cando para o total de empresas galegas a taxa foi dun 3%, aproximadamente. O número de empregos directos en empresas TIC galegas é de preto de oito mil, sobre todo concentrados nas actividades informáticas e na fabricación de equipos. A facturación anual total estimada polo Plan Estratégico Galego da Sociedade da Información é de novecentos millóns de euros, aínda que estes datos parecen relativamente conservadores: entre R e Comunitel, a facturación era duns douscentos trinta millóns de euros en 2004; e a do grupo Televés, en 2006, foi de case douscentos millóns de euros.

Por desgraza, a tendencia atomizadora é moi forte: o 92,4% das empresas teñen menos de dez empregados –un 90,9% no conxunto do Estado–, e apenas existen empresas grandes –as pequenas concentran o 32,5% do emprego, fronte a só un 15% a nivel nacional.

Un aspecto moi destacable das TIC en Galicia é o seu amplo espectro: agás na de Madrid, en ningunha outra comunidade do Estado hai unha variedade tal de empresas, que inclúen fabricantes de equipamento de telecomunicacións, operadoras, enxeñaría de sistemas, empresas dedicadas a redes de telecomunicación, empresas de *software*, xeradores de contidos, consultoras e, mesmo, electrónica de consumo.

De feito, en Galicia dáse un interesante fenómeno industrial que debería tomarse como eixe para desenvolver calquera política destinada a incrementar o nivel das TIC do noso país. En efecto, o segmento galego dos equipos de telecomunicacións ten unha considerable puxanza e a súa actividade avanta sobradamente aos seus competidores na maioría das comunidades do Estado, cun máis que notable nivel de exportacións a Europa e Iberoamérica. É de sobra coñecido que este segmento representa un factor estratéxico de desenvolvemento, pola súa capacidade de xerar necesidades e solucións tecnolóxicas que propician o crecemento e a consolidación de todo o sector. É, ademais, neste eido onde se produciu unha aposta máis clara dalgunhas empresas de capital galego polo investimento en I+D e a colaboración coa universidade, con resultados que se poden cuantificar.

No tocante ás debilidades, cómpre dicir que a actividade autenticamente de I+D segue a ser bastante baixa. Como indicador pode tomarse o feito de que unha alta porcentaxe —o 30%, aproximadamente— do financiamento de I+D das empresas galegas é debido ás axudas da Consellería de Innovación e Industria. Ademais, ao analizar os proxectos de I+D+i financiados pola Consellería de Industria no período 2002-2006, podemos observar que os relacionados cos «servizos da sociedade da información» conseguen o 43,3% do total. En particular, adxudicouse en «e-negocio» o 28,8% dos proxectos, o que evidencia que está a primar demasiado a letra «i» minúscula con respecto da I+D. Outra innegable debilidade é a falta de cohesión do sector, que está a ser paliada con iniciativas como plataformas e *clusters*, aínda que queda moitísimo camiño por percorrer, como veremos máis adiante. O sector debería dar unha imaxe de unidade empresarial; a Administración está a financiar, dun xeito relativamente intenso, as empresas e resulta perigoso e indeseable que se perciban tensións, pelexas e disputas.

Unha terceira debilidade é a alta volatilidade, especialmente, claro está, nas pequenas empresas, pero tamén naquelas que se dedican a actividades informá-

ticas. Así, neste subsector, causaron baixa aproximadamente o 12% das empresas polo 21% que se deron de alta en 2002. A volatilidade non ten que ser necesariamente negativa en escenarios caracterizados pola alta competitividade e o dinamismo, pero en contornos máis febles adoita estar vinculada ao fracaso empresarial.

Tamén cómpre lamentar un elevado grao de solapamento: aínda que o ámbito que abranguen as TIC, en xeral, é extraordinariamente vasto; en Galicia existen empresas que destacan nos mesmos ámbitos, cun nivel de diferenciación máis que insuficiente. Lonxe de constituír unha vantaxe pola competencia xerada –os seus mercados, en calquera caso atópanse fóra de Galicia–, isto dificulta a cooperación entre as empresas.

Unha quinta debilidade constitúea a participación practicamente nula das empresas TIC galegas en programas nacionais e europeos de I+D+i. De feito, tomando como referencia as empresas que cubriron a enquisa da Plataforma Galega das TIC –Vindeira–, pódese concluír que da UE obtemos menos do 1% dos recursos totais para I+D+i e só preto dun 3% da Administración estatal. Afondando na ferida, hai que dicir que as empresas da Plataforma Vindeira representan aquelas que teñen unha maior vocación innovadora e proxección internacional. Os datos anteriores contrastan cun 33% de recursos procedentes da Administración autonómica. Isto quere dicir, na práctica, que é a Administración galega a que está a soste, case de xeito exclusivo, a I+D+i, o que, desde o punto de vista da Xunta de Galicia, non debería ser facilmente aceptable.

Moi relacionado co problema anterior está o feito de que a capacidade de exportación das empresas é relativamente baixa: seguindo de novo os datos das empresas da Plataforma Galega das TIC, pode comprobarse que as vendas no sector se producen de forma maioritaria na propia comunidade autónoma –o 55%– e no resto de España –o 33%. Este baixo nivel de exportación é especialmente rechamante nas empresas de *software* xa que, como se encargan de poñer de manifesto algúns países emerxentes –coa India á cabeza–, neste subsector os custos de exportación son moi baixos, en boa medida pola propia aplicación das TIC.

Por último, non debe deixarse de mencionar a falta de cultura de propiedade industrial, que se reflicte en que só o 26,3% das empresas de Vindeira xeran patentes ou modelos de utilidade.

O sector TIC galego tamén está sometido a ameazas, das que me gustaría destacar tres: a globalización, que é especialmente punzante no caso das TIC; o recente problema da falta de recursos humanos cos que acometer os novos retos; e, finalmente, as dificultades existentes para axustar a oferta do sistema público de I+D á demanda empresarial.

Comezando pola globalización, ninguén ignora que, no caso das TIC, os procesos de estandarización e a falta de regulamento contribuíron a crear un mercado en que a mesma idea, case sen variacións, pode funcionar en todo o mundo. Os exemplos de Internet, UMTS ou da televisión dixital son suficientemente esclarecedores. Fronte á globalización cabe pensar en tres estratexias defensivas. Unha primeira solución consiste en competir en custo, pero resulta difícil facelo cando a man de obra en países en desenvolvemento é moito máis barata e suple sobradamente, no caso de que así sexa, a menor cualificación. Outra forma de combater a globalización é apelando a aspectos da idiosincrasia do mercado: a mellor adaptación ás necesidades locais supuxo durante moito tempo un freo para as solucións xenéricas. Non obstante, este obstáculo é cada vez menor se falamos de TIC. Un exemplo que ilustra marabillosamente este proceso –e inclúe elementos que demostran o poder globalizador da tecnoloxía– está recollido no recente libro *El Cisne Negro*, de N. N. Taleb.

O exemplo, aquí reinterpretado, refírese á ópera: un cantante lírico chamado Giacomo actúa no século XIX nunha vila da Italia central. Giacomo está a salvo dos divos que actúan na Scala de Milán e outros teatros de ópera, xa que na súa vila e arredores as súas actuacións están moi solicitadas. Por suposto, non hai razóns para exportar estas actuacións, pero tampouco as hai para que os grandes exporten as súas ameazando a franquía local. Como non se poden «almacenar» as actuacións, a presenza de Giacomo é sempre necesaria. Así que a torta está uniformemente repartida –por suposto, os divos teñen audiencias superiores e máis invitacións ca el, pero as diferenzas non son preocupantes. Pero a chegada do gramófono cambia todo: os seus paisanos non só poden comprobar que o nivel de Giacomo é moi inferior ao das figuras de fóra, senón que agora teñen a oportunidade de escoitalas tantas veces como queiran, con orquestra incluída, sen teren que contratar un cantante de segunda.

No caso das TIC asistimos ao mesmo fenómeno: por poñer dous exemplos, a instalación e mantemento de sistemas operativos, que antes era un couto exclu-

sivo para os especialistas, converteuse xa nun xogo de nenos; para confeccionar páxinas web –terreo en que xurdiron dúcias de empresas que contribuíron a crear a famosa burbulla punto com– hai agora decenas de programas de distribución libre. E se pensamos que nos atopamos protexidos pola diferenza do idioma, cometeremos un erro: en moi pouco tempo, as traducións automáticas serán practicamente indistinguibles das feitas por unha persoa especializada.

Hai, finalmente, unha terceira e máis difícil forma de defensa fronte á globalización; de feito, permite aproveitarse da propia globalización para dispoñer dun mercado ilimitado: trátase só de ir por diante e, para conseguilo, o segredo é potenciar a I+D e saber facela rendible. Semella doado, pero non o é tanto: apréndese a facer I+D traballando con xente que sabe. Nunha conferencia recente, Pedro Echenique deixaba as cousas claras: «a ciencia, ao ser creativa, ten compoñentes irracionais que non poden ser codificados en métodos ou en receitas. Non se pode aprender a facer ciencia lendo un libro sobre ciencia; só hai unha forma: facela xunto aos que a fan ben». O mesmo podemos dicir da I+D, por iso, o papel da universidade como formadora de investigadores é esencial.

Mencionabamos antes a falta de recursos humanos como outra preocupante ameaza. Miguel Ángel Quintanilla, ao final da súa etapa como secretario de Estado de Universidades e Investigación, aseguraba que o sistema español de ciencia e tecnoloxía necesita cincuenta mil científicos e enxeñeiros nos vindeiros catro anos. Estas cifras están en sintonía coas facilitadas pola AETIC (Asociación de Empresas de TIC de España), que falan dunha demanda a curto prazo superior aos vinte e cinco mil enxeñeiros para o sector. Paradoxalmente, o número de alumnos reduciuse de xeito alarmante na maioría das carreiras científicas e tecnolóxicas, coa excepción das ciencias biomédicas. Moitas enxeñarías, e en particular a de Telecomunicación, estanse a despoboar de estudantes, en parte pola excesiva oferta –créronse nos últimos vinte anos unhas trinta escolas de Enxeñaría de Telecomunicación en España–, pero sobre todo, como acertadamente manifestaba o presidente da Real Academia de Enxeñaría, Aníbal Figueiras, «por non ter explicado ben a profesión; a sociedade non ve que é o que fan os enxeñeiros».

Os datos de matrícula da Escola Superior de Enxeñeiros de Telecomunicación de Vigo son inquietantes: no curso 2007-2008 matriculáronse menos de setenta novos alumnos, o que contrasta con épocas non tan afastadas nas que,

mesmo con *numerus clausus*, se superaban os douscentos cincuenta. Aínda que parte do descenso é debido á recente implantación de titulacións de grao medio en Vigo, en termos globais resulta, así e todo, moi significativo¹. Tamén debe preocupar o feito de que, na práctica, non se aplique límite ningún de entrada, posto que é indiscutible que o nivel medio dos alumnos se reduce. Non rematan aquí os nuboeiros: segundo datos da Oficina de Relacións Internacionais da Universidade de Vigo, hai sesenta e dous alumnos propios da titulación de Enxeñaría de Telecomunicación en universidades estranxeiras con bolsa Erasmus, fronte a só dez estranxeiros na Escola de Vigo. O problema estriba en que moitos destes alumnos quedarán nos seus lugares de destino, de xeito que o noso investimento en formación de persoal de moi alta cualificación é aproveitado, finalmente, por outros países. Antes exportabamos emigrantes con maletas de cartón case baldeiras; e agora emigrantes cos cerebros cheos.

Cabe preguntarse polas razóns deste descenso². Penso que, por unha banda, aínda non nos recuperamos da trompada punto com; mellor dito, a sociedade non percibe a recuperación que, segundo as cifras presentadas máis arriba, tivo xa o sector. Por outra, como dicía Figueiras, non soubemos «vender» a profesión: carreiras con menos saídas potenciais, como a Enxeñaría de Minas, acadan similares cifras de matrícula porque se tomaron en serio o apostolado, fronte á desidia dos «telecos». Tampouco axuda a relación beneficio/custo, no sentido de que a percepción xeneralizada é que son carreiras excesivamente difíciles, que conducen a empregos mal pagados. De pouco vale explicar que se reduciu sensiblemente a dificultade dos estudos nos últimos tempos ou que, ademais dos «empregos lixo» –xeralmente de programador–, existen contratos de calidade nas empresas punteiras do sector galego das TIC: levará moito tempo modificar esa imaxe. A situación pode resumirse dicindo que os empregos en TIC foron perdendo prestixio social³.

¹ No transcorrer do meu relatorio no CCG descubrín que o caso de Enxeñaría Informática na Universidade da Coruña é diferente, xa que non parece que exista unha crise similar. Cabe aventurar, así e todo, que a marea observada no resto de España chegará tamén á Coruña.

² En realidade, chama a atención que a Escola de Vigo non intentara ata o de agora analizar a situación que, aínda que se esborrallou nos últimos anos, viña avisando con anterioridade.

³ Nos EE UU, onde o descenso se foi paliando con avalanchas de estudantes estranxeiros, a preocupación flota no ambiente desde hai moitos anos. Por exemplo, Carl Sagan, no seu libro *Science as a Candle in the Dark*, queixábase de que nos institutos os alumnos semellaban ter perdido a «emoción do descubri-

Como consecuencia de todo isto, as empresas TIC galegas terán cada vez máis dificultades para satisfacer a súas demandas de enxeñeiros. En realidade, xa o están a padecer, como o proban a crecente presenza empresarial en foros de emprego ou o feito de que o salario medio dos que acaban de ser contratados medrou considerablemente no último ano⁴. Semella necesario, xa que logo, que academia, industria e administración remen na mesma dirección e anden á procura de fórmulas conxuntas para promover os estudos de TIC entre a mocidade, o que pasa indefectiblemente pola divulgación das TIC nos centros de ensino secundario e bacharelato. Nese sentido, penso que temos moito que aprender tanto das disciplinas de letras como de deportes: en ambos os dous casos é frecuente fomentar o interese a través da competición –concursos literarios, campionatos deportivos– e procurar modelos sociais que lles sirvan de referencia aos rapaces. Todos os anos, o Día das Letras Galegas rescata unha figura literaria que se converte –aínda que de maneira efémera– nun personaxe de interese para os medios. O mesmo podemos dicir da presenza continuada nos noticiarios de «heroes» futbolísticos, aos que se lles conceden minutos de *prime time* para acabar sentenciando que «o fútbol éche así». Entremedias, os programas de corte científico sobreviven atribulados compartindo horario nocturno con aparellos adelgazantes e espremedores milagreiros.

A liña argumental anterior e a recente publicación do informe PISA (Programme for International Student Assessment), que recollía os resultados de tests de aptitude que se lles fixeron a alumnos de quince anos nos países de la OCDE, conducían a unha conxectura «freakonómica»⁵ que resultaba irresistible validar: a mellor clasificación da selección nacional de fútbol coincidía co peor resultado dos alumnos no test de PISA de Matemáticas. Para iso, e centrándome nos países europeos, tomei como referencia a clasificación de seleccións da

mento», propia da infancia, e de que se limitaban a memorizar feitos. «Algo ocorre entre o primeiro e o duodécimo curso –dicía– e non é só a puberdade. Supoño que, en parte, é a presión dos compañeiros para non destacar; en parte que a sociedade ensina a recompensar a curto prazo; en parte a impresión de que a ciencia ou as matemáticas non che procurarán un coche de carreiras; en parte que se agarda moi pouco dos alumnos e en parte que existen moi poucas recompensas ou modelos para unha discusión intelixente verbo da ciencia e da tecnoloxía, ou mesmo para aprender polo pracer de facelo».

⁴ Por suposto, esta subida é positiva, na medida en que pode inverter a tendencia baixista no número de estudantes que demandan titulacións TIC, pero non debemos perder de vista a competitividade.

⁵ Ao estilo do libro *Freakonomics*, de Steven J. Levitt e Stephen Dubner.

FIFA e apliquei un test de correlación de Spearman –pensado para estatísticos de orde, que é o caso que nos interesa. O coeficiente de correlación en cuestión é de 0,3585, cun valor de p de 0,0405, é dicir, inferior ao valor de 0,05 que se adoita tomar como referencia para a significación estatística da correlación. Como exemplo, o país mellor situado no test de PISA, Finlandia, obtén uns pésimos resultados, sistematicamente, coa súa selección de fútbol: os finlandeses son moi bos en Matemáticas –e polo que se ve, saben aplicar estes coñecementos ao deseño de teléfonos móbiles–, pero non teñen nin idea de xogar ao fútbol. Naturalmente, a existencia dunha correlación significativa non implica de ningún xeito unha relación causa-efecto, como no presente caso, pero non deixa de ser interesante e intrigante...

Xa de volta desta digresión relativa á perda de capital humano, quixera discutir polo miúdo verbo da grande ameaza que supón para o sector unha universidade que avance máis amodo do que lle esixen as demandas empresariais. É indiscutible que a universidade segue e seguirá a ser a principal depositaria e xeradora do coñecemento, o que lle outorga un singular valor estratéxico. Non se pode dicir que a presión social para ter unha universidade que estea máis preto das necesidades produtivas caera en saco roto: nas últimas décadas asistimos a un prodixioso crecemento do número de proxectos de transferencia á empresa, así como un maior compromiso cunha investigación básica, pero orientada cara ás aplicacións. Por desgraza, a evolución na orientación non veu acompañada dunha máis que necesaria transformación estrutural, co que pode afirmarse que calquera éxito da universidade en I+D é moito máis o froito da responsabilidade individual –e por que non dicilo, do *ego*– dos investigadores que a consecuencia dunha política concibida nun despacho. O resultado é que a universidade mantén unha organización propia dunha institución de educación superior, na que a investigación se limita a ocupar os intersticios. O problema non é tanto de infraestruturas⁶ como de organización: os grupos universitarios son pequenos reinos de taifas que fixan os seus propios obxectivos apoiándose nunha mal entendida «liberdade de cátedra». Fronte a esta falta de

⁶ Nos últimos anos, a notable inxección de fondos para a investigación por parte das administracións permitiu que os grupos máis competitivos dispuxesen de instalacións que os equiparasen a outros países europeos. E aínda que segue a ser preciso facer un esforzo para incrementar o persoal dedicado á investigación, cunha organización axeitada, a produtividade do persoal dispoñible podería multiplicarse.

dirección⁷, calquera pequena disputa dentro dun grupo remata nunha nova división celular, na que os dous grupos resultantes acaban dedicándose aos mesmos temas e, xa que logo, competindo polo mesmo cacho de torta. Con semellante atomización e tan malas relacións, é practicamente imposible abordar proxectos de envergadura e xerar novas competencias investigadoras a partir das sinerxías. As administracións tentaron, as máis das veces en van, promover a cooperación entre grupos, cando mellor apostaran por fomentar a organización piramidal da investigación, segundo o modelo das universidades norteamericanas.

Paradoxalmente, os máis novos, habituais autores das ideas arriscadas das que se nutre a ciencia, atopan obstáculos para poñelas en práctica na universidade, e son postergados como man de obra científica dalgún xefiño de grupo, ávido dunha cátedra que lle permita conseguir o respecto dos seus colegas. Como dicía Donald E. Kennedy, ex-reitor da prestixiosa Universidade de Stanford, no seu recomendable libro *Academic Duty*, «téñense realizado numerosos estudos verbo da relación entre idade e produtividade –nas máis das veces medida como actividade en publicacións ou na obtención de apoio financeiro para a investigación. En tales análises, a produtividade investigadora mostra un declive gradual coa idade». Os exemplos abundan: Watson e Crick, os descubridores da estrutura do ADN, tiñan vinte e tres e trinta e cinco anos, respectivamente; Shannon publicou a súa obra mestra, na que fundaba a teoría da información, aos trinta e dous; Einstein, en 1905, o seu *annus mirabilis*, tiña vinte e seis anos; Kilby inventou o transistor aos trinta e seis, á par que Noyce, que tiña trinta... Un sistema de ciencia e tecnoloxía que lles dá poucas oportunidades aos máis novos dificilmente pode producir ideas creativas e, o que resulta máis grave, corre o risco de perpetuarse no eloxio do continuísmo.

Pero quizais a principal debilidade da universidade no tocante á I+D sexa a ausencia de soportes para que os investigadores se centren no que saben facer, que é investigar, e deixen de ser o «home orquestra» que, ademais, debe levar a administración dos proxectos e dedicarse a facer de comercial para ir na procura de novos clientes aos que lles transferir os froitos da investigación. Por desgraza, agás en casos contados, as oficinas de transferencia de resultados da inves-

⁷ Actualmente, un director de departamento é pouco máis que o xestor dun orzamento para mercar material funxible e o supervisor da organización da docencia que ten asignada o departamento.

tigación (OTRI) e similares apenas actúan noutro nivel que non sexa o superficial, as máis das veces de forma reactiva, e sen obxectivos claramente establecidos. Por suposto, non axuda en nada o feito de que o persoal dedicado a esta clase de tarefas non dispoña de incentivos ligados aos resultados.

En definitiva, a universidade, á que se lle está a pedir que perda os medos e se achegue á empresa, ten moito que aprender do funcionamento desta. As universidades norteamericanas entenderon hai moito tempo a importancia deste asunto, que é, na miña opinión, a razón fundamental do seu éxito. Aínda hoxe en España escandaliza pensar que dous profesores titulares de universidade poidan cobrar salarios diferentes segundo a disciplina en que traballan ou a súa cualificación, pero todo o mundo ve isto como algo natural e lóxico nunha empresa. Mais a pregunta, moi pertinente tratándose de TIC, é como conseguir que os alumnos máis brillantes emprendan unha carreira investigadora, xa por si mesma chea de atrancos, cando hai unha distancia abismal cos emolumentos que percibirían nunha empresa. A ninguén lle resulta estraño na empresa que, para cubrir unha necesidade específica cun perfil experimentado, haxa que fichar alguén de fóra e pagar por iso, pero o asunto das «fichaxes» segue a ser anatema na universidade⁸. O mesmo pode dicirse dos incentivos: se a publicación de artigos en revistas internacionais de prestixio está considerada como un obxectivo, por canto coloca a universidade á que pertence o investigador como un referente no panorama mundial e lle permite atraer mellores estudantes, daquela os investigadores que o consigan deberían ser recompensados; se a participación en proxectos europeos é unha das claves para ter unha universidade de calidade, cómpre incentivar o persoal investigador que estea integrado neles e tamén o persoal de apoio que co seu labor comercial teña contribuído a acadalos.

As páxinas anteriores serviron para facer un balance da situación das TIC en Galicia e coñecer as debilidades e ameazas que as oprimen. Resultaría moi frustrante acabar aquí, sen valorar as moitas oportunidades que se albiscan no horizonte. A elas dedicaremos os seguintes parágrafos.

⁸ Aínda que xa se perciben signos de cambio: a Universitat Pompeu Fabra, por exemplo, leva algúns anos fichando investigadores de prestixio con complementos salariais que se negocian individualmente. Malia utilizar fórmulas diferentes, son similares as consideracións que cabe facer da Universidad Carlos III. É incuestionable que ambas as dúas, a pesar da súa xuventude, se converteron en líderes da I+D en España.

Entre os gurús da innovación, púxose recentemente de moda falar de «ecosistemas empresariais». Malia que, como dicíamos antes, o sector galego das TIC ten unha considerable diversidade, o seu ecosistema aseméllase máis a un bosque de eucaliptos que a unha carballeira. Nas carballeiras non só existe unha maior biodiversidade, senón que as relacións entre os organismos que as habitan son moito máis ricas e produtivas; os carballos acubillan moitas outras especies que crean unha complexa rede de relacións simbióticas entre especies da que todas saen beneficiadas. Pola contra, nos bosques de eucaliptos, estas árbores apenas deixan medrar outros seres vivos e loitan por desenvolverse máis rapidamente que os seus veciños, nunha carreira desenfreada por captar a luz solar, empobrecendo o solo con este afán. A Administración, que pode proporcionarlles nutrientes aos ecosistemas empresariais, debería apoiar as empresas con máis capacidade para crear riqueza, pero esixíndolles que fagan o papel de carballos e non de eucaliptos, e que actúen para favorecer a todo o sector. Deste xeito, as TIC en Galicia non só se beneficiarían do efecto multiplicador das sinerxías, senón que gozarían dunha imaxe de marca que, o mesmo que noutros sectores produtivos do noso país, como o vitivinícola, sería boa para o conxunto.

Non me resisto a traer aquí o exemplo de Nokia en Finlandia, que, salvando as enormes distancias⁹, serve para ilustrar o que quero dicir cando falo de relacións simbióticas. A meirande parte dos datos están tomados do curioso libro *Nokia, the inside story*, de Martti Häikiö. A facturación de Nokia é case tan grande (2001) como todo o orzamento do Estado finlandés. Nos cinco anos precedentes ao 2000, as exportacións de Nokia medraron a un ritmo do 35% anual. En 2000, Nokia representaba o 3,3% do PIB finlandés e o 24% das súas exportacións. Nese mesmo ano, o gasto total en I+D de Nokia producíase en Finlandia, e representaba entre 43% e o 47% do total da empresa privada.

Nokia está no posto dezasete, segundo os datos de 2006, nos «Top R&D Spenders» da revista *Spectrum* do IEEE, cun investimento de cinco mil cento vinte e dous millóns de dólares en I+D en 2006. A porcentaxe de facturación dedicada a I+D era en 2006 do 9,5%, fronte ao 11,1% en 2005.

⁹ Por exemplo, Nokia principiou a súa actividade empresarial, xa no século XIX, como unha industria forestal e de produción eléctrica, e foron moitos os avatares que a levaron a converterse non só nun referente para o sector das telecomunicacións, senón nunha marca valorada polo conxunto da sociedade global.

En 2000, Nokia tiña en Finlandia uns vinte e catro mil cincocentos empregados, mentres que o número de traballadores das compañías finlandesas provedoras directas e subcontratadas era duns vinte mil máis. Hai, asemade, un impacto indirecto enorme que é difícil de cuantificar. Nokia foi incrementando nos últimos anos a súa cooperación coas empresas do seu contorno: nunha primeira fase, simplemente por medio de subcontratas na fabricación; nunha segunda, a través de colaboracións para a fabricación; mentres que na terceira, principiada aproximadamente en 1999, comeza a subcontratar a I+D, e remata cunha fase, que empezou en 2002, na que xa hai colaboracións directas en I+D con outras empresas. As taxas de crecemento das empresas do contorno foron espectaculares baixo este modelo: a facturación de tres de cada catro empresas medrou por riba do 20% anual, e moitas delas creceron máis do 80% anual. Todo isto produce recompensas —«gañar/gañar»— en relación cos consumidores. Neste complexo sistema en que se converteu a I+D en TIC finlandesa, resultan actores fundamentais os centros tecnolóxicos e as universidades, en particular o Centro Finlandés de Investigación Tecnolóxica e a Universidade de Oulu.

A Administración galega, coido que atinadamente, comprendeu o valor das «carballeiras do coñecemento» e deu algúns pasos recentemente para facer máis fértil o terreo. Así, decidiu constituír a Plataforma Galega das TIC (Vindeira) e o Clúster Galego das TIC, coa intención de estruturar o sector e fomentar a cooperación entre empresas, o que ás veces se produce con cousas tan sinxelas como sentalas na mesma mesa para dialogar. A recente concesión a Galicia de fondos europeos para o desenvolvemento tecnolóxico, que se adxudicarán por medio de proxectos competitivos de grande envergadura, contribuíu a acelerar este proceso, que se está a vivir cunha enorme ilusión no sector. Non obstante, será preciso superar a actual confusión competencial, produto da simultaneidade destas iniciativas, e a crise existencialista que seguirá ao período de euforia inicial. Mentres plataformas e *clústers* pretenden vertebrar o sector, outra iniciativa impulsada pola Dirección Xeral de I+D vai dotar de recursos humanos a I+D aplicada ao tecido produtivo: os centros tecnolóxicos.

Os centros tecnolóxicos convertéronse nos últimos anos no instrumento idóneo para optimizar o rendemento dos investimentos en I+D, xa que conxugan unha forte conexión coa industria e un plan de acción a medio prazo que per-

mite anticipar as demandas futuras¹⁰. A existencia dunha estrutura organizativa e unha xestión semellantes ás que ten unha empresa dota os centros tecnolóxicos dunha alta capacidade de reacción diante das necesidades do sector e proporciónalles unha maior eficiencia na transferencia dos resultados da investigación. Esta estrutura propicia o establecemento de obxectivos comúns e a súa translación a todos os departamentos, de xeito que sexa posible establecer políticas de incentivos. Así mesmo, na medida en que non sexan presa dun excesivo «curtopracismo» e gocen dunha axeitada liberdade de acción, os centros poden converterse en auténticas «fábricas de ideas», susceptibles de xerar novas liñas de coñecemento que logo se transformarán en produtos. Moitas empresas de éxito déronlle diferentes formatos a este paradigma: os empregados de Google son animados para que dediquen un día á semana a traballar nas súas propias ideas¹¹; a multinacional 3M deixa que os seus traballadores dispoñan libremente dun 15% do seu tempo para desenvolver os seus propios proxectos, aos que, se son aprobados, se lles asignan recursos para abrir novas liñas de negocio. Polas razóns arriba comentadas, o beneficio será maior se hai unha alta proporción de xente nova entre os empregados.

Os dous centros encargados de satisfacer a necesidade de incrementar o nivel tecnolóxico das empresas galegas de TIC a través da I+D son o Centro Tecnolóxico de Telecomunicacións de Galicia (GRADIANT), creado en decembro de 2007, e o Centro do Software de Galicia, que está a piques de rematarse. GRADIANT, do que son o director e en cuxo padroado participan as principais empresas do sector, ademais das tres universidades galegas e a Consellería de Innovación e Industria da Xunta de Galicia, atópase no Campus da Universidade de Vigo, porque nace cun forte vínculo coa ETS de Enxeñeiros de Telecomunicación, cuxos departamentos demostraron nas últimas dúas décadas unha gran capacidade para actuar en I+D. Ademais de incrementar os recursos humanos dedicados á investigación, GRADIANT pretende actuar como axente tractor e dinamizador pola súa estrutura orientada a acadar obxectivos e a súa maior

¹⁰ Robert Calderbank, entrevistado no libro de Trudy Bell e Dave Dooling, *Engineering Tomorrow*, destacaba a importancia dos centros tecnolóxicos e ilustrábo así: «Se Microsoft tivera un laboratorio de investigación antes, decatárase tamén antes da importancia de Internet e dos buscadores».

¹¹ Google considera que a metade dos seus lanzamentos de produtos, incluíndo Gmail ou Google News, tiveron a súa orixe neste «tempo libre».

flexibilidade, calidades moi necesarias para atender as peticións empresariais. De modo ningún deben verse os centros tecnolóxicos como competidores e descapitalizadores da universidade; antes ben, os centros, pola súa dimensión, estrutura e, sobre todo, a súa vocación, terán capacidade para captar proxectos de envergadura nos que cooperarán cos investigadores da universidade. Para iso, non obstante, é imprescindible tender pontes entre ambos os dous tipos de institucións e evitar que as capas de sedimentos que compoñen a burocracia universitaria esmaguen a relación.

Para completar o ecosistema, cómpre mencionar as *spin-off*, xa teñan xurrido da iniciativa empresarial ou da universitaria. As *spin-off* permiten enriquecer o ecosistema, incrementando a variedade xenética, pero só teñen posibilidades de prosperar, como facilmente pode entenderse, nunha carballeira, nunca nun bosque de eucaliptos. Galicia dispón de boas ferramentas para estimular o crecemento das *spin-off*, posto que a sociedade de capital-risco Unirisco, creada en 2000 por iniciativa da Universidade de Santiago, é precursora nesta materia e goza dun alto prestixio a nivel nacional. Pouco cabe dicir doutras iniciativas de capital-risco existentes en Galicia, xa que, ademais de ter unha oferta deficientemente estruturada, moitas non pasan de ser meros prestamistas, nada dispostos a correr riscos cos promotores. No caso das TIC, a materia pendente é incrementar o número de *spin-off* saídas dos laboratorios universitarios; por desgraza, os casos existentes, de éxito ou non, apenas chegan á decena.

Máis arriba lamentabamos o elevado grao de solapamento existente entre as actividades de moitas empresas galegas en TIC, que tamén carrega dificultades para desenvolver os centros tecnolóxicos, xa que as, ata certo punto, lóxicas demandas de exclusividade por parte das empresas complicarán a transferencia de resultados con carácter xeral. Por iso, e pola indubidable transversalidade das TIC, é de capital importancia a creación de carballeiras de coñecemento en novas áreas «neutrais» onde a competencia lle dea paso á colaboración. Ademais, algunhas destas áreas neutrais poden contribuír dobremente ao desenvolvemento socioeconómico de Galicia, por canto tamén teñen repercusión en certos sectores produtivos de relevancia na nosa comunidade. Exemplos de áreas onde as TIC poden atopar magníficas oportunidades de negocio son as ciencias biomédicas, a defensa, a pesca e acuicultura, o medio natural, o transporte, o ocio dixital e a intelixencia ambiental.

Para ilustrar esta teoría cun exemplo, podemos considerar a achega que as TIC poden realizar na loita contra os incendios forestais, un problema de alto impacto económico e medioambiental e que causa unha enorme preocupación social. En primeiro lugar, as TIC poden axudar na prevención de incendios con técnicas de teledetección por microondas, que serven para facer mapas de distribución de especies forestais, determinar o estado e adecuación dos corta lumes e o grao de espesura da maleza. Ademais, unha vez desatado o incendio, as TIC son de vital importancia para obter datos cos que alimentar os modelos físico-matemáticos de propagación do lume e optimizar a asignación de recursos na extinción; pénsese, por exemplo, na vantaxe que suporía embarcar nos propios avións e helicópteros que se encargan de apagar o lume sensores de infravermellos, temperatura, humidade, dirección do vento, etc., que serían transmitidos, xunto coa posición, a unha central de proceso de datos. Tamén os recentes avances en redes de sensores poden ofrecer solucións neste sentido, con sensores de moi baixo custo e vida de batería limitada, e biodegradables, que fosen quen de comunicarse entre si e adquirir datos de forma cooperativa; poderíase dispoñer de información en tempo real sobre a evolución do incendio. Por último, as modernas técnicas de fusión de datos e simulación en tempo real permitirían facer unha previsión da traxectoria que seguirá o lume. O negocio non é desprezable: só a Xunta de Galicia vai gastar máis de setenta millóns de euros durante o presente exercicio na loita contra os incendios forestais.

Hai só uns meses, o presidente de Unión Fenosa, Honorato López Isla, manifestaba que son os proxectos grandes os que poden sacar a Galicia do atraso, xa que, aínda que finalmente fracasen, poden supoñer un verdadeiro salto cualitativo nas nosas competencias. Estou totalmente de acordo: o medo ao fracaso dificulta a asunción dos riscos, que son consubstanciais á I+D, e impide a xeración de ideas creativas. Precisamente, moitos analistas da innovación aseguran que é a falta de medo ao fracaso a principal razón do éxito económico norteamericano; John Allen Paulos, no seu divertido libro *Once Upon a Number*, razónao así: os estudantes americanos, malia non quedar moi ben situados nas competicións escolares internacionais, si obteñen as mellores puntuacións en autoconfianza.

Ao respecto, remato cunha parábola con órbitas elípticas: o día seis de decembro de 1957, en plena resposta á labazada do Sputnik, os americanos lan-

zaban o seu foguete Vanguard, cun satélite experimental a bordo do tamaño dun pomelo. Diante das cámaras de televisión que lle transmitían o evento ao mundo, o foguete estoupaba despois dun efémero voo de dous segundos¹². Durante un mes, Eisenhower nomeou conselleiro científico ao presidente do MIT, James Kilian, e deulle a orde de que puxese os EE UU no equivalente a unha guerra científica. O goberno incrementou a carga docente do bacharelato en Ciencias e Matemáticas e creou a NASA para chegar ao espazo. Todos coñecemos o resto da historia.

En xuño de 2007 –outra vez cincuenta anos despois–, a Fundación para a Sociedade do Coñecemento (FSC) sorprendíanos coa proposta dun «satélite dixital en cota baixa que tería a función de ampliar, garantir e mellorar todo o espectro de manexo das telecomunicacións e dos sinais en todo o ámbito de telecomunicacións». Por desgraza, a proposta contiña o erro, que logo acabou por afundir o proxecto, de considerar un só satélite de órbita baixa que, ao non ser xeoestacionario, non bastou para darlle cobertura de telecomunicacións a un territorio específico. No tocante á prensa, deu conta da proposta, sucedéronse as críticas, as burlas e os chistes; as mofas coa «Axencia Espacial Galega» non se fixeron esperar. Curiosamente, moitas das críticas máis punzantes que recibiu o satélite non só descansaban sobre vellos prexuízos, senón que contiñan erros técnicos de proporcións semellantes ao orixinal. Os tímidos intentos por parte da FSC de reformular a idea, corrixindo os seus defectos, foron enmudecidos pola refrega política que sucedeu ao fragor dos medios. Finalmente, un oportuno estudo de viabilidade rematou pospoñendo, ou máis ben desaconsellando, a idea. Ou iso parecía, porque mentres escribo estas liñas volvementos sorprenden a noticia de que a Xunta de Galicia vai subvencionar o lanzamento dun pequeno satélite –tamén do tamaño dun pomelo– cun custo e unhas posibilidades moi inferiores ao inicialmente proxectado. Será posible que, de novo, o medo ao fracaso converta unha idea que podería ter actuado como motor para unha parte do sector galego das TIC, colocando a Galicia na vangarda do coñecemento, en pouco máis que un divertimento tecnolóxico, ou será este o primeiro elo dunha cadea de decisións que axuden a reformular este reto con máis posibilidades de

¹² Cando se lle preguntou ao voceiro do goberno americano pola causa da explosión, este respondeu que non se producira explosión tal, senón unha «combustión rápida».

éxito? O tempo ditará a súa sentenza, pero moito me temo que en política continúe a ser máis seguro investir en estradas que en investigación¹³, máis aínda se falamos de proxectos de envergadura.

Esta é a miña mensaxe final: Galicia precisa identificar unhas poucas áreas en que librar a «guerra científica» e pensar e investir nelas «ao grande». Polos vimbios con que contamos, os pasos que se están a dar e o entusiasmo con que se vive o momento, as TIC deben ser unha desas áreas, pero o esforzo actual ten que experimentar unha subida exponencial se queremos chegar. Eu vexo o vaso medio cheo, pero as TIC son o reino da Raíña de Corazóns de *Alicia no País das Marabillas*, onde para permanecer no mesmo lugar cómpre correr a toda velocidade e para moverse hai que facelo o dobre de rápido.

¹³ O feito é que, mentres Irlanda ten 585 quilómetros de autovía, e Finlandia 700, Galicia xa dispón de 716 quilómetros. O custo medio dun quilómetro de autovía en España está estimado en seis millóns de euros. Irlanda e Finlandia son, por certo, os países da Europa dos Quince cuxo PIB máis medrou no ano 2007.