

Grupos de Investigación en Ingeniería

Ing. Rolvin Salas Quesada. MBA

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, rolvin.salas@gmail.com

ABSTRACT

Engineering research and development is a fundamental pillar of innovation in Latin America countries, for those who are in the development route, to improve the science and technology index means a dynamic national economy. The main objective of this paper is to provide a brief description of the high quality research groups. One of the most relevant findings is, that in our countries, research is conducted mainly by public universities, who were born basically under an academic concept, therefore less linked with the industrial needs, meanwhile the universities conceived under the research-intensive model has a strong relation with industry needs, in consequence is necessary to change in ours science and technology policies.

Keywords: research-intensive, engineering, groups.

RESUMEN

La investigación y desarrollo en ingeniería es un pilar fundamental de la innovación para los países latinoamericanos, para todo aquel país en vías de desarrollo, el mejorar sus índices en ciencia y tecnología significa dinamizar su economía. El objetivo principal de este documento es realizar una breve descripción de las características de los grupos de investigación de alto desempeño en ingeniería. Dentro de los hallazgos más importantes destaca el hecho que en nuestros países la investigación se lleva a cabo principalmente por las universidades estatales, éstas han tenido un enfoque más docente, por tanto menos vinculadas a las necesidades del sector industrial, que aquellas nacidas bajo el enfoque "research intensive model", por lo que es necesario realizar cambios en nuestras políticas en torno a ciencia y tecnología.

Palabras claves: investigación, ingeniería, cátedras, grupos.

1. CÁTEDRAS DE INVESTIGACIÓN EN EL TEC-MONTERREY

El Tecnológico de Monterrey (ITESM) institución privada creada por el ingeniero civil del MIT en 1916, Eugenio Garza y un grupo de empresarios mexicanos, en noviembre de 2002 inició la formación de cátedras de investigación como área estratégica de la institución. Las cátedras son grupos de investigación apoyados por fondos "semilla" del Tecnológico de Monterrey; con ellas se busca incentivar el desarrollo de la investigación en áreas prioritarias y elevar la calidad de los programas académicos (Ramírez Montoya, 2010).

En la actualidad el ITESM cuenta con 126 cátedras distribuidas entre el campus de Monterrey, sus otros 31 campus universitarios y 13 sedes internacionales.

Cabe destacar que éstas cátedras son de tres tipos: 1. Tecnología, 2. Ciencias Sociales y 3. Humanidades seguidamente están organizadas por áreas prioritarias (10 en total) las cuales fueron definidas por el ITESM en su Misión 2005-2010. Las cátedras se integran de la siguiente forma:



Figura 1. Integración de cátedras en ITESM. Elaboración propia con información de (Tecnológico de Monterrey)

¿CÓMO NACE UNA CÁTEDRA?

El proceso inicia con la definición de las *Áreas Estratégicas* (actualmente 10), las cuales concentran los recursos con lo que cuenta la institución, éstas áreas se forman de acuerdo a sectores económicos y sociales estratégicos y ahí se insertan las disciplinas de conocimiento apropiadas a fin de generar innovaciones a los sectores seleccionados, tal como se muestra a continuación:



Figura 2. Concepto de Área Estratégica. Elaboración propia con información de (Tecnológico de Monterrey).

Posteriormente se define un *tema* o bien el *Enfoque* dentro de esa disciplina (el cual lo determina el grupo de investigadores), alrededor de la cual los investigadores se agrupan, dando origen a las *Líneas de Investigación* de las Cátedras y así a los proyectos (definidos por los intereses particulares de los integrantes de la cátedra).

Trataré de resumir un ejemplo:

Cátedra: Energía solar y termociencia.

Disciplina: Energía

Enfoque: Desarrollo de investigación para aprovechar el recurso solar. Uso racional de la energía a nivel industrial, en sus procesos y productos.

Líneas de investigación: 1. Aplicaciones en Energía Solar, 2. Diseño y análisis de Sistemas Energéticos, 3. Desarrollo Tecnológico en Termofluidos.

Proyectos de Investigación: 17 proyectos en 3 áreas muy bien definidas.

Productos: (he aquí la parte encantadora), Producción científica mas de 34 artículos en revistas indexadas, 72 publicaciones en memorias, 37 conferencias, 67 ponencias, 2 publicaciones en libros, 6 patentes registradas y 2 patentes publicadas. Formación: 5 alumnos Doctorado y 55 graduados de maestría. 11 colaboraciones con Grupos de investigación de alto nivel, convenios de Investigación activos con empresas, alineación con Posgrados, alineación con centros de investigación, sin embargo dos puntos llaman mi atención: 1. Generación de nuevas empresas de base tecnológica (TecSol I+D) y 2. El desarrollo de infraestructura (laboratorios, equipos) por parte de empresas privadas, lo que evidencia en ambos casos la fortaleza de la Vinculación con el sector empresarial basada en la confianza para obtener resultados de calidad, esto por ende aumenta la competitividad de las empresas la generación de empleo y riqueza en la economía, haciendo del conocimiento como base de ella.

Finalmente indicar que los recursos financieros que se asignan a las cátedras de investigación se denominan fondos semillas, estos oscilan entre el rango de 38.200US\$ hasta 535.000US\$, los cuales son utilizados para todos los costos asociados a la operación de la cátedra.

2. UNIDADES DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA.

El plan maestro de educación superior del Estado de California, designa a la University of California (UC) como la principal agencia académica para la investigación que recibe soporte del estado (University of California, 2013)¹.

Empecemos por indicar que no es algo sencillo entender para nosotros como se gestiona-gobierna la investigación de una Universidad tiene una inversión en investigación por un monto de US\$5.517 millones (cinco mil quinientos diecisiete millones), donde se requiere de una fuerza de trabajo de 29.000 personas.

Estos recursos se invierten de acuerdo a sus prioridades, veamos cuales son de acuerdo a los siguientes gráficos:

¹

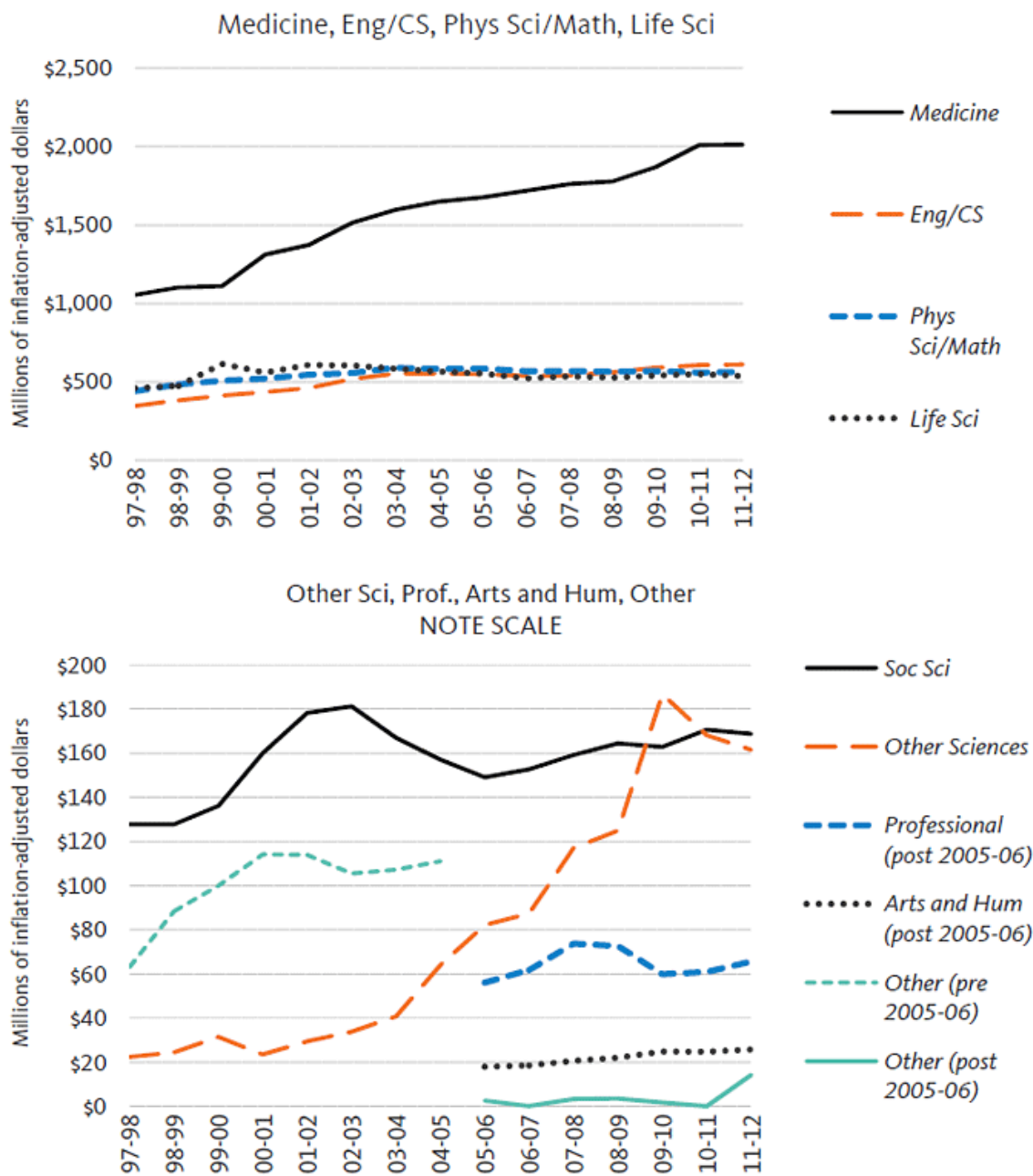


Figura 3. UC gastos directos en investigación por disciplina, 1997-98 al 2011-12 (University of California, 2013)

La investigación en University of California, Berkeley se gestiona a través de varios tipos de organización (Berkeley, 2013), departamentos académicos, institutos & centros, museos y estaciones de campo. Cuenta con 800 centros de investigación, 5 centros médicos (que le generan ingresos por US\$6.82 billones, casi el 30% de su presupuesto total).

Ahora bien para tratar de entender mejor veamos el caso de uno de sus centros de investigación.

Centro de Investigación en Células Madre.

Organizado de la siguiente forma:

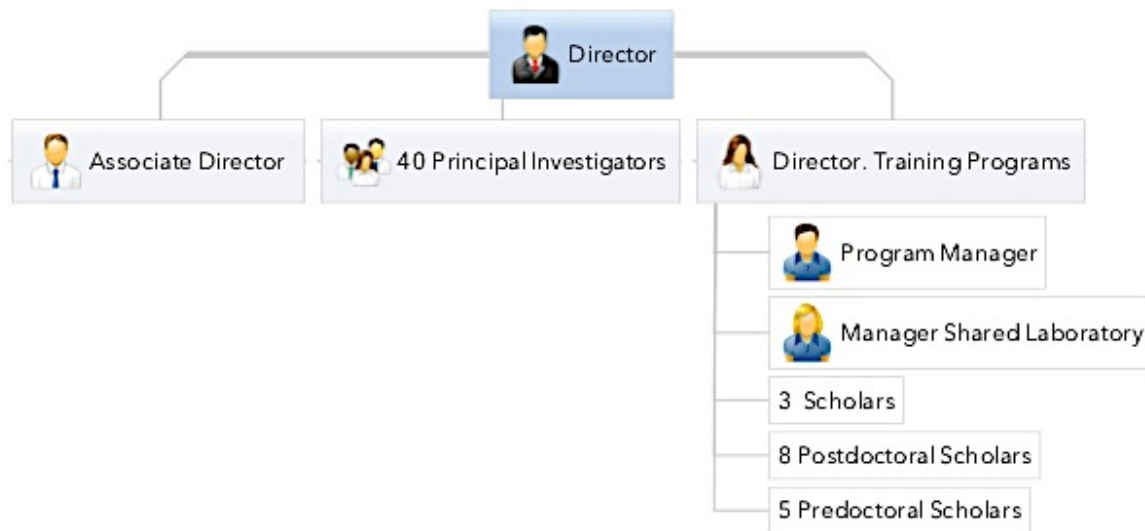


Figura 4. Organigrama de Centro de Investigación. Elaboración propia con información de (UC Berkeley, 2013)

Es importante destacar que estos centros/unidades tienen a cargo los programas de entrenamiento (Posgrados), con lo cual logran financiar parte de sus actividades, adicionalmente concursan por Grants federales y estatales y cuentan con una fuerte vinculación con sectores estratégicos (actores del sector salud e industrial).

3. PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN

A inicios del año 2000, el Estado de California junto a la Universidad de California y cientos de empresarios realizaron una alianza para crear los Institutos para la ciencia e innovación, con el objetivo de tomar acciones agresivas contra los principales problemas que afectan la economía y la calidad de vida de los ciudadanos, esto a través de la focalización de la investigación en las siguientes áreas: tecnología de la Información, telecomunicaciones, nanotecnología, biociencias, salud, gestión ambiental, energía, entre otras.

Es así como nacen:

California Institute for Telecommunications and Information Technology (Calit2)

California Institute for Quantitative Biosciences (QB3)

California Institute for Technology Research in the Interest of Society (CITRIS)

PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN MULTI-CAMPUS E INICIATIVAS

La UC, estableció programas de investigación novedosa e iniciativas a fin de fortalecer el vínculo entre los diferentes 10 campus universitarios, sus investigadores y la comunidad, un ejemplo de esto lo constituye la Athena breast cancer network (Iniciativa de la Red para Cáncer de Seno, <http://athenacarenetwork.org>), que trabaja en conjunto con agencias estatales con el objetivo de realizar investigación novedosa y diseminarla, en temas importantes para la Universidad y el Estado, esta iniciativa por ejemplo reúne tanto a pacientes, mujeres, investigadores y doctores en torno a un tema de relevancia.

Fondos Federales

Importante destacar que University of California se nutre principalmente de fondos federales, de US\$4.5 billones que invierte en investigación el 50% proviene de “grants” federales, 93% del total de los recursos de UC se invierten principalmente en investigación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas².

4. FACTORES CLAVES PARA LA GESTIÓN DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN.

Como se ha logrado apreciar existen una serie de factores claves que se deben tomar en cuenta en la gestión exitosa de estos grupos de investigación, tales como:

Proximidad: los grupos de investigación se conforman por miembros con diferentes backgrounds profesional y cultural (J.Hautala, 2011), que interactúan en organizaciones para la generación de conocimiento e innovación, estos grupos se ven afectados por diferentes tipos de proximidad, por ejemplo:

Proximidad Cognitiva: Son aquellas similitudes en las bases del conocimiento entre individuos o empresas (Hautala,2011), las cuales se indica deben ser altas, mas sin embargo debe existir una distancia cognitiva prudente a fin de generar la fricción en el grupo para facilitar la generación del conocimiento, en otras palabras en un grupo donde no hay formas diferentes de abordar temas y plantear soluciones no se genera conocimiento nuevo.

Proximidad Institucional: Toda institución posee hábitos, normas, costumbres y reglas, alrededor de las cuales los individuos realizan sus actividades en pro de objetivos y metas, esta forma de interactuar procura el acercamiento e interacción, sin embargo son éstas mismas las que pueden restringir el accionar de grupos de investigación que persiguen la generación de conocimiento innovador.

Proximidad Social: Basada en el concepto de embebido (embedded),que supone la interacción basada en la confianza entre actores (Julia Salom, 2011), y es precisamente esa seguridad en el accionar de si mismo o bien en otros la que no es fácil de lograr y rápida de perder.

Tamaño del grupo de investigación: Las instituciones no hacen investigación, son las personas. Como tales las personas que se dedican a investigar tienen competencias y características diferentes (coeficientes intelectuales y emocionales) que afectan de forma positiva/negativa la calidad y cantidad de los resultados obtenidos por el grupo. A este respecto se han elaborado modelos para estimar la cantidad optima de integrantes que cuente con la suficiente masa critica y calidad en la investigación, se ha establecido un modelo que sugiere una relación lineal entre la calidad del grupo de investigación y la cantidad de miembros (Kenna, 2012), esto brinda a los gestores y encargados de establecer políticas una herramienta importante para formación de grupos de investigación.

Metodologías de trabajo: algunos grupos de investigación utilizan metodologías que facilitan el seguimiento-monitoreo “follow up” de los proyectos a fin de asegurar el cumplimiento de entregables y sub-entregables en los plazos establecidos y lograr el producto deseado, dentro de estas metodologías destacan, Agile Scrum, la metodología del Project Management Institute y la metodología PRINCE2, desarrollada por el gobierno del Reino Unido, entre otras.

Políticas en Ciencia & Fondos: Las políticas para la investigación de un estado se refiere a las reglas estatales, regulaciones, prácticas, dentro de las cuales la investigación científica se lleva a cabo. (Homer A.Neal, 2008), en el caso de nuestro país contamos con la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico, N° 7169, adicionalmente contamos con el decreto (35313 MICIT-MINAET-COMEX) que sienta las bases del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la innovación, es importante que estas políticas deberían estar acorde a un modelo de desarrollo económico-social, el cual materializa un contrato social, sin embargo uno de los puntos débiles de estas políticas es la asignación de recursos ya que queda supeditada al presupuesto del MICIT, en tanto que las Universidades públicas son las que realizan la investigación, en nuestro país el 78% del total de fondos y en general recursos que se destinaron en el 2011 a I+D fueron ejecutados por el sector académico y público (0,36 % de PIB), cabe destacar que las universidades no están estrictamente sujetas al cumplimiento de dichas políticas.

Este porcentaje del PIB que destina nuestro sector académico es muy similar al que en promedio reportan los países miembros de la OECD en 2009, (0,44% PIB), por el contrario reportan un “business research and development expenditure” de 1.69% del PIB (OECD, OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012, 2012), en tanto que nuestro país este mismo rubro para el año 2011 representó el 0,06% del PIB, lo que evidencia la ineficiencia de las políticas actuales para motivar a este sector de nuestra economía, aun mas revela que nuestra economía no está operada y dirigida por el factor clave de la generación de conocimiento, esto lo confirma la producción de patentes, productos, procesos y servicios o bien sus mejoras. De aquí la importancia de la evaluación de las políticas en ciencia y tecnología para la innovación (que van desde los fondos, mecanismos de incentivos, formación-reclutamiento recurso humano para investigación hasta sistemas meritocráticos) en nuestro

país, a fin de conocer su desempeño. Con respecto a metodologías de evaluación de políticas en ciencia y tecnología, podemos citar el modelo dinámico basado en la función de producción del conocimiento (Hicks, 2013), o bien la metodología RAE (Research Assessment Exercise) que se utiliza en Reino Unido donde evalúa la investigación desde 1986 clasificándola en 67 unidades por tema, evaluadas por 15 paneles, cada uno de ellos con sus propios criterios de evaluación y metodología de trabajo (RAE, 2013), estableciendo un perfil de calidad de investigación el cual es elemento fundamental para la distribución de fondos para por parte del Higher Education Funding Council for England (HEFCE) y además es pilar para evaluar las políticas en ciencia y tecnología, cabe destacar que en este caso se han dado tres cambios estructurales en las políticas en los años 1990,1994 y 2001, (Hicks, 2013).

5. CONCLUSIONES

Este intento de describir algunas características de los grupos de investigación ha sido basado principalmente en el modelo “research-intensive universities”, (OECD, Higher Education Management and Policy , 2006), el cual nos brinda detalles sobre los elementos con los cuales deben contar todo ambiente productivo en investigación, sin lugar a dudas cuando se analizan nuevas formas de organización es porque existe un cierto grado de insatisfacción que es probable que genere la evolución (cambios positivos), hacia ambientes más productivos y competitivos en investigación que se traduzcan en beneficios tangibles para los ciudadanos, incluso la necesidad de mejorar la calidad de vida ha llevado a países a generar nuevas y mejores políticas en ciencia y tecnología, que se materializan a través sistemas de medición del desempeño de la investigación, tal es el caso de Reino Unido, que empezó en 2006 un proceso serio para generar su nuevo Research Excellence Framework (REF 2014) que empezará a regir en el año 2014 .

Los grupos de investigación son la unidad básica de la generación de conocimiento, el aporte individual debe fundirse e incrementarse, debe ser mas que la suma de las partes. Por tanto su formación, promoción y cultivo debe ser motivo de estudio, ya que es a través de éstos que las universidades de hoy en día pueden de forma medible entregar los resultados que se esperan a la sociedad y a la vez pueden ser excelentes motores del desarrollo económico y social de un país o una región como ha sido por ejemplo los modelos research-intensive de la Universidad de California (UC) o bien el modelo entrepreneurial-university de la Universidad de Stanford.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Berkeley, U. (noviembre de 2013). *Research Units*. Recuperado en noviembre de 2013, de <http://vcresearch.berkeley.edu/research-units>
- California, U. o. (noviembre de 2013). University of California. Recuperado en noviembre de 2013, de Accountability Report: <http://accountability.universityofcalifornia.edu/index/chapter/10>
- Hicks, J. W. (5 de August de 2013). Detecting structural change in university research systems: A case study of British research policy. (O. U. Press., Ed.) *Research Evaluation*.
- Homer A.Neal, T. L. (2008). *Beyond Sputnik: US Science Policy in the Twenty-First Century*. Michigan, USA: The University of Michigan Press.
- J.Hautala. (2011). Cognitive proximity in international research groups. (E. G. Limited, Ed.) *Journal of Knowledge Management*, 15(4).
- Julia Salom, J. M. (2011). *Redes socioinstitucionales, estrategias de innovación y desarrollo territorial en España* (Nov 28, 2011 - 204 pages ed.). (C. Comunico, Ed.) Valencia, España: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Kenna, R. (2012). Managing research quality: critical mass and optimal academic research group size. *IMA Journal of Management Mathematics*(23), 195-207.
- OECD. (2006). Higher Education Management and Policy . (OECD, Ed.) *Journal of the Programme on Institutional Management in Higher Education*, 18(2).
- OECD. (2012). OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012. OECD Publishing.

RAE. (27 de noviembre de 2013). *Research Assessment Exercise*. Obtenido de <http://www.rae.ac.uk/pubs/2006/01/>

Ramírez Montoya, M. S. (2010). Formación de investigadores educativos a través de redes virtuales: El caso de la Cátedra de Investigación de Innovación en Tecnología y Educación del Tecnológico de Monterrey. *Cátedra de Innovación en Tecnología y Educación*. Monterrey, Mexico.

Tecnologico de Monterrey. (s.f.). *Investigacion , Catedras*. Recuperado el 18 de diciembre de 2013, de <http://www.egap.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Tecnologico+de+Monterrey/Investigacion/Catedras/>

UC Berkeley. (2013). *Stem Cell Center*. Recuperado el 18 de enero de 2014, de <http://stemcellcenter.berkeley.edu/AboutUs.html>

University of California. (2013). *Accountability Report 2013*. Recuperado el 15 de enero de 2014, de University of California: <http://accountability.universityofcalifornia.edu/index/chapter/10>

Authorization and Disclaimer

Author authorizes LACCEI to publish the papers in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.