

Universidad del País Vasco

LA EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE PUERTO RICO: DILEMAS, DESAFÍOS Y
OPORTUNIDADES PARA DESARROLLAR UNA POLÍTICA COMPRENSIVA DE
INNOVACIÓN NACIONAL

Tesis doctoral presentada por

Ramón Ayala Díaz

Dirigida por

Dr. Vicente F. Camino Beldarraín

Donostia, 2015

ÍNDICE

	Página
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos	6
 Capítulo I.	
Introducción	7
1.1. Objetivos.....	10
1.2. Justificación del tema.....	12
1.3. Metodología empleada.....	16
1.4. Contenido de los capítulos.....	19
 Capítulo II.	
Marco Teórico de referencia.....	21
2.1. Aspectos conceptuales	22
A. Concepto de la innovación.....	22
B. La visión sistémica del proceso de innovación	27
2.2. El Sistema Nacional de Innovación	31
2.3. Los Sistemas Regionales de Innovación.....	46
2.4. Los elementos del sistema de innovación.....	56
A. Centros de enseñanza superior.....	57
B. Centros públicos de investigación.....	62
C. Centros tecnológicos privados o mixtos.....	64
D. Empresas	64
E. Parques tecnológicos	66

F. Capital de riesgo	67
G. Estructura de interface	68
H. Organismos diseñadores y ejecutores de las políticas científicas y tecnológicas.....	69

Capítulo III.

El Sistema de Innovación de Puerto Rico	
3.1. La Economía de Puerto Rico	72
A. Una visión histórica de la economía	75
B. Estrategia de desarrollo económico basado en incentivos contributivos	91
C. Periodo económico del 1980 al 2013	99
3.2. Una descripción del Sistema de Innovación de Puerto Rico	107
3.2.1. A modo de Introducción	107
3.2.2. El contexto científico: instituciones orientadas a la investigación científica.....	113
3.2.2.1. El Sistema universitario de Puerto Rico	113
I. Introducción.....	113
II. La formación en la Universidad: los estudios de post grado	119
III. La actividad de I+D en las Universidades de Puerto Rico.....	122
a. Los gastos totales	122
b. Los gastos por área de conocimiento	128
c. Resultados de la Investigación Universitaria ...	132
3.2.2.2. Los Centros Públicos de investigación	136
3.2.3. La infraestructura tecnológica.....	142
3.2.3.1. Parques tecnológicos.....	142
3.2.3.2 Estructuras de Interface.....	145
3.2.4. El sector empresarial en Puerto Rico	145

3.2.4.1. La composición del tejido empresarial de Puerto Rico.....	147
A. La industria farmacéutica.....	153
B. La industria de equipos e instrumental médico.....	155
C. La industria electrónica.....	157
3.2.4.2. Las empresas multinacionales y la investigación en los países de acogida.....	159
3.2.4.3. Las actividades tecnológicas en las empresas de Puerto Rico.....	165
A. Las actividades de I+D.....	165
La colaboración empresa-universidad en materia de I+D.....	173
B. El desarrollo de las capacidades competenciales:	
Aprendizajes y Formación.....	177
La Formación.....	180
3.2.4.4. Una evaluación de las actividades tecnológicas de las empresas de Puerto Rico.....	182
3.2.5. Las Sociedades de Capital de Riesgo.....	184
3.2.6. Las Políticas científico-técnicas.....	187
A. La política tecnológica del gobierno regional.....	188
B. Las agencias locales de fomento de la innovación.....	205
3.3. La eficiencia de la innovación en Puerto Rico.....	208
3.3.1. Los indicadores de eficiencia.....	209
3.3.2. Los resultados de las actividades tecnológicas en la Isla.....	212
3.3.2.1. Las bases bibliométricas.....	213
3.3.2.2. Las patentes.....	214
3.3.2.3. El contenido tecnológico de los flujos de comercio exterior.....	218
3.3.3. Evaluación de la eficiencia del sistema.....	221

Capítulo IV.

Conclusiones	224
Bibliografía	228
Índice de Tablas	249
Índice de Gráficas	251

Dedicatoria

Gracia a ella he hecho progresos, a quien me dio sabiduría daré gloria.
Eclesiástico 51:17

Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien me ha dado de su gracia para completar esta etapa de mi vida académica.

A mi esposa Lisa L., ayuda idónea, que me acompaña en el camino con su amor y paciencia en los proyectos de vida que hemos emprendido y alcanzado juntos. A mi hijo Jonathan y mi hija Stephe E., que son regalo de Dios a mi vida, han sido de inspiración y con amor y desprendimiento cedieron de su tiempo, para que este trabajo pudiera ser completado.

A mis padres, Don Ramón y Doña Myrna E., quienes con su amor y compromiso para conmigo han sido más que evidente a través de mis años de vida. A mi suegro Don José Mario, quien con su ejemplo de consistencia en los compromisos que ha asumido, han sido de gran inspiración.

A mis hermanas Deborah E., Myrna E. y Ann, además, de mis hermanos Alberto J. y Anthony, quienes con sus oraciones y expresiones de apoyo fueron determinantes durante este proceso.

Agradecimientos

A Dios, que renovaba mis fuerzas cada día para continuar, además de colocar a las personas en el camino, que con sus palabras, mensajes de estímulo, apoyo y colaboración fueron determinantes para completar este trabajo.

A mi familia inmediata, amigos y amigas, los “ángeles” de la jornada, que con su cariño incondicional, y determinantes consejos apoyaron el esfuerzo de tan importante logro.

A la amiga Doña Lydia Medina, quien con su paciencia y perseverancia, muestra de su compromiso, estuvo conmigo mano a mano durante este proceso.

A la facultad y personal de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, que han estado presente a través de los años en el respaldo a mi desarrollo académico y crecimiento profesional.

A mi familia extendida en el País Vasco, que con su cariño me demostraron que la distancia no limita las relaciones.

Capítulo I.

Introducción

Este investigador formó parte del grupo de 76,000¹ puertorriqueños que nacieron en la Isla en el 1963, año en que el pueblo de Puerto Rico estaba en pleno desarrollo del modelo económico de industrialización llamado Operación Manos a Obra, el cual ofreció la oportunidad de progreso económico y social para todos los puertorriqueños. Algunos datos que muestran la realidad del momento son: por ejemplo, que la inversión de bienes de capital para el 1963 fue de \$487 millones, lo que representó un incremento de 13% en relación al 1962.² Además, ese año la Administración de Fomento Económico logró que se establecieran en la Isla 160 nuevas empresas y 95 de las existentes, llevaran a cabo expansiones en sus operaciones.³ Esto llevó a que el empleo total alcanzara la cifra de 439,500 personas; aumentando en 18,700 en relación al año anterior.⁴ Durante las décadas de 1950, 1960, 1970 y 1980 se desarrolla una clase económica media fuerte y pujante y la clase pobre, progresivamente, cada día se comprometían con hábitos de consumo desenfrenados utilizando el crédito disponible. Recordamos que el líder principal del Partido Popular Democrático, Luis Muñoz Marín, quien bajo su administración pública que comenzó en el 1949 hasta 1964, se implantaron los cambios de desarrollo económico de la época, observó la rapidez con la que estaban ocurriendo esos cambios sociales y clamaba y pedía serenidad al pueblo. Por otro lado, hay que señalar que la confianza del pueblo y el amplio margen de votos a favor del Partido Popular demostraba la creencia en la capacidad del gobierno de dirigir el futuro de Puerto Rico para adelantar un proyecto económico de equidad social para todos. Las transferencias de fondos, por parte del gobierno de los Estados Unidos a la Isla para apoyar los estudios académicos dieron paso al desarrollo de una clase profesional que

¹ Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Informe Económico del Gobernador, diciembre 1963, p. 103.

² Departamento de Hacienda del Estado libre Asociado de Puerto Rico, Informe anual del Secretario, 1963. p. 2

³ Ibid.

⁴ Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Informe Económico del Gobernador, diciembre 1963, p. 108.

apoyó y contribuyó al progreso y al desarrollo del capital intelectual. Además, se generó un gran auge en el crecimiento en la construcción de infraestructura y se desarrollaron proyectos de vivienda pública para mejorar las condiciones habitables de la clase pobre. Durante este periodo observé a mis padres quienes a pesar de provenir de la clase económica pobre, tuvieron la oportunidad de estudiar carreras universitarias y luchaban por mejorar la situación económica de nuestra familia, trabajando arduamente para lograr mayores comodidades y oportunidades para sus hijos. Lo mismo ocurrió con miles de familias puertorriqueñas.

Esta dinámica intensa de crecimiento económico y social fue forjando una economía emergente, abierta y basada en importación de capital proveniente principalmente de los Estados Unidos, por lo que es sensitiva económicamente a las fluctuaciones e incertidumbres que se producen en Norteamérica (Meléndez y Ruíz, 1998, p. 129). Al presente, el modelo económico de industrialización que produjo crecimiento económico desde mediados de Siglo XX, ha fracasado. Contamos con una clase trabajadora formada, pero sin oportunidades porque el País no puede ofrecer mayores incentivos económicos, la industria textil y la de petróleo han desaparecido y la industria farmacéutica ha fusionado y consolidado sus operaciones y está en peligro de cesar sus trabajos en la Isla. Los incentivos contributivos por parte del gobierno de los Estados Unidos que trajeron estas empresas principalmente químicas y farmacéuticas a la Isla se redujeron, además del tiempo vencimiento de sus patentes y los medicamentos serán elaborados con productos genéricos fabricados en los Estados Unidos, Irlanda y Singapur, a un menor costo en las operaciones de manufactura.

Por la diversidad de cambios constantes, Puerto Rico necesita un nuevo modelo de desarrollo económico que ofrezca oportunidades de crecimiento económico y genere empleos, y a la vez represente la posibilidad de desarrollo sustentable para los ciudadanos. El Instituto de Estadísticas de Puerto Rico preparó un estudio sobre el perfil del migrante muestra que sobre 76,000 personas migraron de la Isla en el 2001.⁵ Se estima que el grupo de profesionales que migró lo componían: maestros, ingenieros, médicos, abogados, ejecutivos de venta y personal de administración. Los funcionarios

⁵ Periódico *El Nuevo Día*, 5 de noviembre de 2013, p. 14.

electos en representación de las tres ideologías políticas expresan que la migración del grupo de personas productivas continuará por la falta de oportunidades de empleo.⁶

Lo mencionado implica que en la Isla aumenta la población de 65 años o más que según el censo al 2012 representó el 15,6% de la población en comparación con el 11,2% que se reflejó en el 2000. Este grupo poblacional aporta muy poco al desarrollo del País por ser dependientes de pensiones o la seguridad social. Según Abel y Deitz (2014, p. 1) Puerto Rico, ocupa la posición número siete entre los países del mundo con mayor pérdida de población. Añaden Abel y Deitz (2014, p. 7) que entre el 2004 y el 2013 la Isla ha reducido su población en 5,5%. Esta reducción poblacional representa un reto adicional al desarrollo económico actual, porque a menor población produciendo, menos serán los ingresos del gobierno en lo que se relaciona a las contribuciones sobre ingreso.

Los dramáticos cambios y la transformación de un País que fue vitrina de progreso económico para muchos países de la América Latina y otros países asiáticos como Corea, en la década de los años 50's y 60's, nos ha conducido a investigar y estudiar la evolución económica a través de cinco décadas y que nos condujo por un proceso de génesis, desarrollo, logros y finalmente la crisis actual, con el fin de proponer escenarios alternativos.

Hoy, el panorama económico para Puerto Rico es desalentador. El presupuesto gubernamental no alcanza para cumplir con todos los compromisos adquiridos, el incremento en el costo de vida, como resultado de aumento de las utilidades (agua y energía eléctrica), impuestos especiales a las empresas (patente anual), ampliación en el cobro de impuesto sobre las ventas a las empresas conocido como *business to business*, son algunos de los retos que enfrentamos como pueblo. Además, se le suma al panorama, en febrero de 2014, la degradación en la clasificación a nivel de especulación de las obligaciones de la deuda gubernamental y de las corporaciones públicas, realizadas por las agencias acreditadoras de bonos como lo son: *Moody's*, *Standard and Poor's* y *Fitch*, lo que representa un incremento en el pago de la deuda del País.⁷

Es necesario explorar un cambio en el rumbo del País, utilizando la innovación como estrategia económica que nos dirija hacia el desarrollo económico y social para

⁶ Periódico *El Nuevo Día*, 5 de noviembre de 2013, p. 14.

⁷ Periódico *El Nuevo Día*, 5 de febrero de 2014. pp. 5-7

insertar a la Isla en el juego de una economía competitiva. Ante esta situación de debacle económica nacional es necesario buscar una opción factible que devuelva la confianza y esperanza a la gente. Después de una profunda reflexión, análisis e investigación y estudio del proyecto de desarrollo del País Vasco, entendemos que el mismo sirve como un modelo factible de aprendizaje y aplicación para Puerto Rico. Se debe señalar, que desde el 1997 el gobierno de Puerto Rico ha reconocido a través de la legislación la necesidad de la innovación como modelo de desarrollo económico. Por lo tanto, este estudio pretende investigar cuáles son los modelos presentados al momento.

1.1. OBJETIVOS

Esta investigación tiene como propósito general el estudio del Sistema de Innovación de Puerto Rico con el objetivo final de establecer un diagnóstico sobre la situación de las capacidades tecnológicas de nuestra Isla y por consiguiente, de sus capacidades para impulsar un proceso de desarrollo económico de forma endógena.

Nos planteamos esta investigación adoptando una perspectiva histórica que analice las características del desarrollo económico de la Isla desde la década de 1950 hasta el momento presente, concediendo una atención especial al protagonismo de las empresas extranjeras, afincadas en la Isla con el apoyo del gobierno local y de los EE.UU. Un ámbito de necesario tratamiento si tenemos en cuenta que hemos tenido un desarrollo económico que se explica, fundamentalmente, en base a la entrada del capital extranjero, principalmente de los Estados Unidos, que se ha materializado en el establecimiento de una industria manufactura relativamente pujante con una baja vinculación con la industria local.

Estaremos interesados en identificar las razones que nos explican el establecimiento de las empresas extranjeras en la Isla, así como la estrategia tecnológica que ponen en práctica.

Sobre la base de las características de nuestra economía y desde una perspectiva institucional, por otra parte mayoritaria en la literatura económica para el estudio de las capacidades tecnológicas de los ámbitos nacionales y regionales, además, haremos un repaso exhaustivo de las características y desempeños de las instituciones que

conforman el Sistema de Innovación de Puerto Rico. El estudio institucional atenderá a la operativa específica de cada una de las instituciones teniendo en cuenta de manera especial el grado de coherencia que presentan los contenidos del conjunto de las tareas que llevan a cabo, entendiendo que de ello y del contenido e intensidad de las relaciones que mantengan dependerá el grado de eficacia que se consiga con el funcionamiento del Sistema de Innovación. A partir de este análisis estaremos en condiciones de determinar la eficiencia del sistema de innovación puertorriqueño e identificar los puntos fuertes y las debilidades.

El análisis precedente nos deberá servir de referencia para el estudio de la política tecnológica, si la ha habido como tal, seguida por los gobiernos de Puerto Rico en los últimos años. Nos interesa conocer las estrategias seguidas así como las medidas implementadas en los distintos ámbitos de la operativa tecnológica: el volumen y la composición de los gastos en I+D, las actuaciones sobre centros y parques tecnológicos, el apoyo a las empresas, las medidas de coordinación de las actuaciones de las instituciones. Un aspecto interesante en esta materia constituye el estudio de la legislación relacionada con los incentivos que se han ofrecido a nivel industrial, principalmente en el sector de la manufactura, y su contribución real a la creación de un sistema de innovación en el País.

Como consecuencia directa de las características que presenta nuestro Sistema de Innovación, estaremos en condiciones de determinar aquellas propuestas de intervención en materia tecnológica en orden a construir un Sistema de Innovación de utilidad para el desarrollo económico de nuestra Isla.

Sintetizando los objetivos que pretendemos podemos decir que nos proponemos:

- 1) Analizar las características del Sistema de Innovación de Puerto Rico. Estudiaremos el funcionamiento de cada una de las instituciones que forman parte de nuestro Sistema de Innovación: empresas, universidades, centros tecnológicos, centros de investigación públicos y parques tecnológicos, describiendo sus características y su operativa, concediendo atención preferente al grado de coherencia que presenta el conjunto de sus actividades, así como el contenido e intensidad de las relaciones que mantienen entre ellas.

2) Analizar el grado de eficiencia que consigue el sistema identificando las potencialidades y las limitaciones que presenta.

3) Analizar la política tecnológica seguida por el gobierno de la Isla hasta el momento presente, proponiendo aquellas medidas de política tecnológica coherentes con un objetivo de desarrollo económico para nuestro territorio.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Existen varias razones por las cuales el desarrollo económico de Puerto Rico se ha visto limitado desde 1898. En primer lugar, en su historia el País no ha estado bajo el control territorial total y decisonal de los puertorriqueños. Además, la dependencia de fondos de ayudas y subsidios económicos por parte del gobierno de los Estados Unidos ha influenciado negativamente en el espíritu colectivo de aventura y riesgo, necesario para crear proyectos propios de País. Otra razón para la dependencia de recursos del extranjero es la limitada inversión de capital local para desarrollo de nuevas empresas. La industrialización inducida y atracción de capital extranjero por parte del gobierno desde el 1947, tuvo un énfasis en la industria manufacturera lo que trajo como consecuencia la decadencia de la industria agrícola (Scarano, 2008, p. 607). Uno de los efectos de las decisiones de no mantener un plan de desarrollo sostenible para la Isla es que al presente importamos el 85% de los productos alimentarios que consumimos en Puerto Rico.⁸ Entre las decisiones que se toman fuera del control del gobierno local lo fue la pérdida de incentivos contributivos para las empresas manufactureras tecnológicas que surge por parte del gobierno de los Estados Unidos. Este cambio ha teniendo como resultado que a partir del 1996 las empresas manufactureras, tanto local como extranjeras, hayan trasladado paulatinamente, en forma parcial o total, sus operaciones a otros países que les ofrecen menores costes, más beneficios e incentivos, ya que la Isla no satisface más sus expectativas.

Al presente se intenta desarrollar un modelo económico que permita los espacios legales que faciliten el que la Isla participe de acuerdos internacionales en consonancia

⁸ Periodico *El Nuevo Día*. Recuperado en: www.elnuevodia.com/aimportarmenosyaproducirmas-1494159.html

con las expectativas de crecimiento. El objetivo es estimular la creación de empleos y el desarrollo sustentable mediante la inversión de capital local, tanto público como privado con el propósito de disminuir la dependencia de alimentos importados y dirigir fondos para el desarrollo agrícola. La decisión en la década de 1990, por parte del gobierno, de reconocer la necesidad de establecer las bases para el desarrollo de la innovación como modelo de crecimiento económico tuvo como objetivo el insertar al País la cultura local y global de la innovación. La razón principal para esto es que contamos con el capital humano y la necesidad de establecer un nuevo modelo económico que nos dirija hacia un desarrollo sustentable que propenda una mayor equidad y calidad de vida para todos los residentes de la Isla.

Existen modelos de países que han alcanzado niveles considerados de desarrollo económico a través de la innovación regional en centros de investigación y desarrollo (I+D) de algunos lugares como Irlanda; Cambridge en Reino Unido; Silicon Valley en California; Xinzhu en Taiwan y Bangalore en India (Zhao, 2011, p. 11). Seleccionamos el sistema regional de innovación (SRI) del País Vasco, por las similitudes como tamaño, historia política y la falta de confianza de sus ciudadanos en el gobierno para aprender acerca de lo que se podría alcanzar en ruta al futuro. Puerto Rico tiene que dirigirse hacia un proceso de reindustrialización e innovación en el que sus recursos se orienten, en forma planificada, hacia la nueva estrategia de desarrollo de País.

La ausencia de estudios que permitan de forma holística analizar los problemas que ha causado la ausencia de una política coherente dirigida a encaminar los esfuerzos a un proyecto de ciencia y tecnología de país son la razón para llevar a cabo esta investigación.

Puerto Rico ha tenido dependencia económica de los Estados Unidos por los pasados 116 años. Esta dependencia ha limitado el que se establezca un modelo propio de desarrollo. Entre las consecuencias que esto ha traído se encuentra la falta de identidad, falta de seguridad y las limitaciones impuestas por las leyes de los EE.UU. al momento de emprender y desarrollar iniciativas que permitan que se alcance una base de empresas nativas orientadas a la conquista de mercados extranjeros. Se reconoce el deseo de algunos líderes a través de las generaciones que nos precedieron, de crear la identidad para el desarrollo de un espíritu empresarial autóctono. Hoy, en el 2015 podemos

asegurar que los esfuerzos realizados para alcanzar un desarrollo sustentable han sido insuficientes.

En lo relacionado a la sociología económica y la economía política, los puertorriqueños somos un grupo étnico compuesto por tres grupos raciales: indios, españoles y africanos. Con esta riqueza étnica los puertorriqueños hemos logrado llegar a ser un grupo luchador que en ocasiones de estreches económica se ha movido a superar escollos. Primeramente, en las décadas de 1930, 1940 y 1950 la migración se dirigió hacia los Estados Unidos (Scarano, 2008, p. 498); y en la actualidad, 2012, una nueva migración se ha dirigido, además de los EE.UU., hacia otros destinos como la República Dominicana, y la razón, al igual que en las migraciones del Siglo XX, ha sido principalmente por la falta de oportunidades de empleo.

En su relación con los Estados Unidos los puertorriqueños han sufrido la falta de libertades para decisiones propias, que ha resultado, en ocasiones, en actos de violencia como los ocurridos en la huelga de los obreros de la caña entre 1933-1934; la Matanza de Río Piedras, en el 1935; y la Masacre de Ponce, en el 1937 (Scarano, 2008, pp. 559-563). En la actualidad existen tres partidos políticos principales que luchan por estabilizar el estatus político, con el fin de mejorar la relación con los EE.UU. y estos son: el Partido Popular Democrático fundado en el 1940, que profesa la ideología de una relación bilateral con los EE.UU. y que en la práctica es la relación territorial que tenemos actualmente. El segundo, es el Partido Independentista Puertorriqueño, fundado en el 1946, que representa la ideología de una república independiente, y el tercero es el Partido Nuevo Progresista fundado en el 1968, que representa el ideal de la estadidad y aspira a que la Isla se convierta en el estado 51 de los Estados Unidos. Desde los inicios del Siglo XX, aunque con distintos nombres de partidos políticos, los representantes de estas ideologías han planteado la necesidad de que el Congreso y el Presidente de los Estados Unidos ofrezcan a los residentes de la Isla la oportunidad de escoger la alternativa de estatus que mayoritariamente los puertorriqueños prefieran. Cada uno de los partidos políticos responsabiliza al gobierno de los Estados Unidos por el estancamiento económico actual que sufre la Isla.

Aunque reconocemos los esfuerzos sobre las estrategias orientadas al desarrollo de las ciencias y tecnologías, por administraciones gubernamentales por las pasadas tres

décadas, como por ejemplo en el 1996, la iniciativa del gobierno dirigido por el Partido Nuevo Progresista se han ideado algunos esfuerzos esperanzadores en la innovación como estrategia de desarrollo económico.

Esta investigación además, apunta a constituir una aportación teórica al conocimiento a través de la identificación, definición y descripción de la composición de las organizaciones que integran el sistema, si acaso, emergente de innovación en Puerto Rico. El propósito es identificar un modelo puertorriqueño de innovación coherente que tenga sentido y que demuestre pertinencia dentro del contexto de la realidad económica y cultural puertorriqueña. Por otro lado esta investigación pretende estudiar y describir las actividades en progreso de las organizaciones que llevan a cabo actividades de innovación y determinar cuáles de los sectores que conforman un sistema de innovación, según la literatura, están identificados en la economía de Puerto Rico. Estos son: las universidades públicas o privadas; los centros de investigación públicos; los centros tecnológicos privados o mixtos; las empresas públicas y privadas sean nativas o extranjeras; los parques tecnológicos; las agencias regionales de fomento a la innovación; las estructuras de interface; las sociedades de capital de riesgo y promoción industrial; y los organismos encargados de diseñar las políticas científicas y tecnológicas.

Como referente, nos proponemos, además a examinar el modelo y la estructura esquemática exitosa de la innovación en el País Vasco a partir de 1980 y los esfuerzos que ha hecho el gobierno de Puerto Rico por desarrollar una economía sustentable, desde su anexión a los Estados Unidos, en 1898. La idea es establecer que podemos emular al País Vasco; que debemos evitar y en todo caso mejorar, y cómo desarrollar una política de innovación nacional que sea efectiva. Con estos conocimientos pretendemos describir los avances de la innovación y sus limitaciones de cara al futuro de Puerto Rico.

Existe un nuevo reto para los países en el mundo en el que los cambios ocurren en forma tan rápida que exigen que las organizaciones se muevan y se adapten a la realidad del momento. Está generalmente aceptado que la economía del conocimiento y el proceso de innovación son los factores a considerar por los países para alcanzar crecimiento económico (Llerena y Matt, 2010, p. 1). Desde que Puerto Rico pasó a ser territorio de los Estados Unidos a fines del Siglo XIX, la economía de la Isla atraviesa por un proceso de desarrollo económico que va desde la agricultura (1898-1947); la industrialización con

mano de obra intensiva (1947-1965); la industrialización a través de capital intensivo y la promoción de las empresas petroquímicas (1966-1976); la entrada del desarrollo a través de alta tecnología (1977-1996); a partir de 1997 hasta el presente el esfuerzo que han realizado las administraciones gubernamentales de turno por incorporarse a los campos de la biotecnología y de la innovación.

Los cambios en las etapas de desarrollo que ha experimentado la Isla son muchos y diversos. Algunos de estos provocan problemas sociales, culturales y económicos. Irizarry (2011) explica cómo los cambios ocurren e incluye, la movilidad poblacional hacia los centros urbanos a mediados del Siglo XX, el énfasis en la educación, la capacitación y adiestramiento de la mano de obra técnica para la industria y los servicios, además de la intervención del gobierno en el desarrollo económico. Hoy los cambios y los esfuerzos en la política pública intentan dirigirse al desarrollo de innovaciones con utilidad para insertar a Puerto Rico en un mercado global competitivo. Hay que señalar que los cambios en las etapas iniciales de desarrollo económico del País fueron ágiles y de avanzada, pero en los últimos tiempos los cambios son lentos, tardíos e insuficientes, ya que los indicadores económicos y sociales no cumplen con las expectativas de los puertorriqueños.

1.3. METODOLOGÍA

La línea metodológica que nos proponemos utilizar en nuestra investigación responde al modelo analítico habitual que propone la literatura económica cuando estudia las capacidades tecnológicas de un país determinado. Se centra en el análisis de las características y funcionamiento de ese conjunto institucional que conforma lo que llamamos Sistema Nacional de Innovación.

Iniciaremos nuestro estudio repasando, a lo largo del capítulo II, aquellas áreas de la literatura económica susceptibles de proporcionarnos las bases doctrinales que nos permitan formalizar el referente teórico para nuestra investigación.

Comenzamos nuestra tarea repasando el concepto, significado y taxonomía del fenómeno de la innovación, para continuar con el análisis de las características que presenta la dinámica tecnológica y que nos deberá servir para determinar las exigencias

que las instituciones de un territorio deberán satisfacer si quieren participar en los procesos de desarrollo tecnológico.

Constatado el hecho de que el desarrollo tecnológico se apoya en principios científicos y teorías en base a las cuales se diseñan las aplicaciones prácticas, lo cual implica que el resultado de los procesos de innovación será fruto de informaciones creadas a niveles básicos, aplicados y de desarrollo, de tal manera que el establecimiento de las etapas que configuran el sistema de I+D, lo que hace es describir el proceso de adaptación de ese conocimiento general, fruto de la investigación básica y plasmado en principios y teorías, a la práctica socioeconómica y constatado, también, que ese conocimiento tecnológico de base científica será el resultado de la síntesis de saberes con origen en distintos campos de conocimiento, nos permite aplicar una concepción de la tecnología que la entiende como síntesis de conocimientos de base científica. Esta identificación del carácter sistémico de la actividad de innovación, que la define como una tarea colectiva, nos remite al concepto de Sistema Nacional de Innovación como marco teórico fundamental en el que vamos a desenvolver nuestra tarea de investigación. Citando algunas de las obras de referencia que consideramos más relevantes en este terreno y sin ánimo de ser exhaustivos, señalaríamos: Nelson, 1993; Carlsson y otros, 2002; Edquist, 1997; 2005; Lundvall y otros, 1992; 2007; y Freeman, 2008.

La perspectiva sistémica nos propone el estudio de la capacidad de innovación de un territorio a partir del análisis de los distintos elementos que conforman un Sistema Nacional de Innovación, entendiendo por elementos del sistema a todas aquellas instituciones que soporta de manera más directa el proceso de innovación. Es necesario señalar, que el funcionamiento del sistema depende no sólo de las características y funciones de cada uno de los elementos que lo componen, sino sobre todo del conjunto de las relaciones que se establecen entre ellos y del grado de coherencia y congruencia entre las actuaciones de cada uno de ellos, con los demás. Tras el repaso del significado y alcance tecnológico de cada uno de los elementos que la literatura identifica como susceptibles de conformar el sistema de innovación y explicitados los referentes de comportamiento teórico, estaremos en condiciones de proceder al contraste de dichos referentes con las realidades de comportamiento observadas en el tejido de las instituciones de Puerto Rico.

Previo al análisis de la situación tecnológica, realizamos un estudio que incluye la evolución y desarrollo de la economía de Puerto Rico. Recorremos las distintas etapas seguidas desde un pasado fundamentalmente agrícola pasando por una manufactura intensiva en mano de obra para terminar en una situación como la actual dominada por la manufactura de productos de alto contenido tecnológico, fundamentalmente en el ámbito del sector farmacéutico, protagonizada por plantas de empresas multinacionales que, procedentes de EE.UU., utilizan la Isla como base productiva y exportadora de sus productos. Un tejido productivo que ofrece una interesante actividad económica para el momento presente pero que genera enormes incertidumbre para el futuro. En este repaso histórico, describiremos, también, las actividades de las instituciones relacionadas con la ciencia y la tecnología que formaron parte de este desarrollo desde la década de 1940. Incluiremos las instituciones creadas por ley como el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación, con sus fortalezas y debilidades, para promover los esfuerzos de la investigación en Puerto Rico. Repasaremos, además, las diez leyes del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y las del gobierno de los Estados Unidos, que desde 1919 al presente han tratado sobre los incentivos contributivos a la industria de la manufactura, con el objetivo de analizar cuál ha sido su contribución al avance en la innovación de la Isla.

Tras esta introducción histórica procederemos al estudio del Sistema Nacional de Innovación de Puerto Rico propiamente dicho, realizando un análisis que nos hemos propuesto sea exhaustivo sobre los comportamientos con valor tecnológico de las instituciones implicadas.

El trabajo no ha sido sencillo, por cuanto existe un vacío importante tanto de estudios referidos a las actividades tecnológicas en la Isla, como de estadísticas sistemáticas y ordenadas que nos puedan proporcionar medidas cuantitativas sobre dichas actividades. Afirmamos que gobierno de Puerto de Rico, tiene una tarea ineludible que encarar, que consiste en diseñar una oferta de datos estadísticos que sirva de base para el seguimiento de las actividades relacionadas con la tecnología de nuestro territorio. La carencia de estadísticas nos ha obligado a recorrer un amplio abanico de fuentes que ha ido desde las proporcionadas por organizaciones internacionales como la OCDE o Naciones Unidas y las estrictamente gubernamentales como la Junta de Planificación de

Estado Libre Asociado de Puerto Rico, el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos de Puerto Rico y de Estados Unidos, el Negociado del Censo de los EE.UU. y la *National Science Foundation*, pasando por las que nos ofrecen las distintas instituciones implicadas, desde las oficinas de información de los centros de investigación o las universidades del País, a las que nos ofrecen las publicaciones científicas, que son poco numerosas, sobre el comportamiento tecnológico de la economía de nuestro País, han sido realizadas.

Dadas las carencias estadísticas y con el propósito de obtener una información adicional que contribuya a mejorar los resultados de esta investigación, hemos realizado un total de 27 entrevistas a personas significativas pertenecientes a empresas tecnológicas, universidades, gobierno, que ocupen posiciones decisionales y son identificadas con la investigación, y promoción de actividades de I+D. Las dos encuestas de ciencia y tecnología, realizadas por el Instituto de Estadísticas, que nos ha permitido obtener un conjunto de argumentos de autoridad muy interesantes que nos han servido para confirmar los resultados de nuestra investigación.

Los resultados que se obtengan deben servir de referente para una acción de gobierno que impulse y ordene los esfuerzos dispersos que se están dando en el terreno tecnológico través de la definición de una estrategia de innovación que sea soporte de un desarrollo nacional competitivo.

1.4. EL CONTENIDO DE LOS CAPITULOS

La investigación está organizada de la manera siguiente: En la introducción planteamos el tema. En el capítulo uno presentamos el objetivo primordial de la investigación; el porqué de la investigación con sus premisas y metodología que utilizaremos en el análisis en interpretación de los datos.

En el capítulo dos presentaremos la revisión bibliográfica e incluirá el concepto de innovación; sistema como concepto general; sistema de innovación regional; el rol de las universidades en el sistema de innovación y una descripción de la evolución inicial de sistema de innovación vasco.

El capítulo tres recoge un breve resumen de la historia económica de Puerto Rico; con las etapas de industrialización; la legislación industrial orientada a los principales incentivos contributivos; la situación de la innovación en la Isla; la infraestructura con las instituciones y las actividades de I+D y cerramos el mismo con los resultados de lo alcanzado.

El capítulo cuatro recoge las conclusiones en el que se incluye: la carencia de visión y modelo económico; la debilidad estructural del sistema de innovación; la generación de conciencia nacional en torno a la urgencia de implementar una política de innovación; necesidad de construir una unidad de propósito que articule una acción concertada en torno a una estrategia nacional de innovación; transformación del sistema educativo y potenciar el protagonismo de la universidad; desarrollo de un modelo productivo a partir de capacidades tecnológicas propias; y el llamado al gobierno a jugar un rol fundamental para el impulso y organización del Sistema de Innovación

Culminamos esta investigación con una bibliografía que ayudará a futuros investigadores de nuestro tema.

Capítulo II.

Marco teórico de referencia

Proponemos un recorrido teórico muy centrado en aquellos aspectos que conforman el ámbito analítico en el que vamos a desarrollar nuestra investigación. Nos centraremos, al margen de las consideraciones conceptuales necesarias, en el terreno de los sistemas nacionales y regionales de innovación así como en las instituciones que los conforman.

En el contexto mundial se experimenta una recia carrera de competitividad que busca articular ventajas competitivas apoyándose en rasgos diferenciadores entre los países. En dicha carrera saldrán victoriosos los países más innovadores. Hay una relación directamente proporcional entre la capacidad de concretizar una política nacional de innovación y el éxito en materia de competitividad que reflejan esos países.

Mientras muchos países están enfatizando los aspectos tecnológicos y las diligencias de innovación como centro de sus políticas económicas, los que no trabajen en esta dirección y adolezcan de una política coherente, organizada e integrada de innovación correrán el riesgo de quedarse rezagados.

Las fuerzas que le dan forma a la economía mundializada favorecen a los países que realizan un compromiso nacional y robusto para moverse del salón de clases y de los laboratorios, a las plantas de manufactura y al mercado. En esos países el flujo y las redes de trabajo son facilitados por un gobierno ágil y emprendedor (Mazzucato, 2015, p. 61). Los países que no superen la crisis económica y no se puedan organizar efectivamente para diseñar la relación universidades-empresas-gobierno-acción en dirección de la innovación, estarían propiciando niveles de estándares de vida bajos y confrontando una erosión mayor en sus niveles de competitividad.

Una economía frágil en los aspectos de inversión en I+D producirá consecuencias recesionarias mayores, haciendo muy difícil sino imposible una real recuperación económica. Para superar estos peligros y vulnerabilidades es menester que los países y sus líderes comprendan y actúen con diligencia para formular políticas nacionales de innovación que contribuyan al crecimiento y al desarrollo sustentable de la economía

próspera y progresista que se distancia del mercantilismo tradicional y del estado paternalista y protector. De aquí la necesidad de describir los elementos de una agenda nacional de innovación y de competitividad, como un mapa de dirección, para lograr un sistema de innovación de impacto global y para optimizar los beneficios de la innovación que tienen consecuencias de calidad de vida para todos los constituyentes.

2.1. ASPECTOS CONCEPTUALES

A. El concepto de innovación

Es importante destacar que la innovación puede llevarse a cabo en productos o procesos. Según Charles Edquist (2008), se define el término de innovación como: nueva creación de significancia económica, que es principalmente expuesta por firmas. Añade Edquist (2008) que la innovación debe verse como un proceso de aprendizaje acumulativo e interactivo a través de cambios técnicos o trayectoria tecnológica. Edquist (1997) al referirse a procesos de innovación, indicó que son mediante el uso de la tecnología las nuevas formas de producir un bien o servicio nuevo. Cooke (2007) también utiliza el término innovación para un nuevo servicio el cual es intangible. Los escritos de Cooke, definieron innovación como el proceso de comercializar las nuevas aplicaciones del conocimiento, de una manera más eficiente y efectiva o incremento de mejoramiento de calidad sobre un producto existente, *the rarer disruptively changed output*, innovaciones radicales o re combinaciones; y según Joseph Schumpeter (1975) las llamó “nuevas combinaciones de esa novel aplicación, como tecnología central o metodológica”. Desde el 1939, Schumpeter, presentó su definición sobre innovación como: “la generación de nuevo conocimiento y cómo se vincula a la función de producción y la cantidad de productos que llega al mercado”. Añadió que la cantidad de productos podría variar si la cantidad de factores variaba. A modo de ejemplo se pueden mencionar: nuevas materias primas, nuevos mercados y reorganización de la industria. Señala Schumpeter (1939) que la visión de desarrollo capitalista sobre lo que denominó el empujón tecnológico, causaría un jalón (*pull*) en la demanda basada en el nivel de cambio del producto.

Otros autores como lo son Nelson y Rosenberg (1993, p. 4), indicaron que innovación es: “...to encompass the process by which firms master and get into practice product designs and manufacturing process that are new to them, if not to the universe or even to the nation”.

El Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), define innovación en forma amplia y lo presenta como: “la introducción de un nuevo conocimiento, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un es la nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OCDE, 2005, p. 56). El propio manual distingue cuatro tipos de innovación:

- Innovaciones de producto: se refiere a la introducción de un bien o servicio nuevo o con alto grado de mejora respecto a sus características o su uso deseado.
- Innovación de proceso; es la implementación de un método de producción o de un método de distribución nuevo con un alto grado de mejora.
- Innovación de Marketing; supone la implementación de un nuevo método de comercialización que entraña importantes mejoras en el diseño de un producto, en su presentación o en su política de emplazamiento (posicionamiento), promoción o precio.
- Innovación organizacional; es la implementación de un nuevo método de organización aplicado a las prácticas de negocio, al lugar de trabajo o a las relaciones externas de la empresa.

También las instancias institucionales van a trabajar la problemática de la innovación y propone sus propios conceptos sobre la misma. Así, La Comisión de Comunidades Europea definió innovación como; “*is the successful production, assimilation and exploitation of novelty in the economic and social spheres*” (Comisión, 2003, p.7) y el Gobierno del Reino Unido, en su Departamento de Innovación, universidades y destrezas, presenta la innovación en forma sencilla cuando dice; *Innovation is the successful exploration of ideas* (DIUS, 2008, p.12).

Una interesante aportación conceptual recogemos del trabajo de Freeman y Perez (2008) quienes distinguen una taxonomía de la innovación en función del avance que supongan respecto de las situaciones anteriores:

- 1) Innovaciones incrementales que suponen una mejora en productos y procesos derivadas de la situación anterior.
- 2) Innovaciones radicales. Suponen rupturas significativas con los diseños existentes. Así, la energía nuclear no ha sido fruto de mejoras incrementales en el carbón. Ha sido producto de una I+D deliberada.
- 3) Cambios en el sistema tecnológico. Cambios que afectan a varias ramas de la economía y dan lugar, también, a nuevos sectores. Están basadas en combinaciones de innovaciones radicales e incrementales, suponiendo, también, innovaciones organizativas que pueden afectar a las firmas.
- 4) Cambios en el paradigma Tecno-Económico (revoluciones tecnológicas). Algunos cambios en los sistemas tecnológicos pueden ir muy lejos y condicionar el comportamiento de toda la economía. Se trata de un cambio tecnológico con efectos contaminantes. No sólo supone la aparición de nuevos grupos de productos, servicios, sectores, sino que afecta directa o indirectamente a casi la totalidad de las ramas de la economía. Cuando este paradigma se establece como dominante, condicionando la tarea de ingenieros, diseñadores, gestores de empresa, se convierte en un régimen tecnológico que durará años (décadas dice el autor). Cada paradigma llevará asociado un contexto institucional determinado.

La tesis de Freeman y Perez (2008, p. 38) menciona que determinados desarrollos tecnológicos, definidos como cambios en el paradigma tecno-económico, tienen unas consecuencias tan amplias en todos los sectores de la economía que su difusión está acompañada de crisis de ajustes mayores, en las cuales los cambios sociales e institucionales son necesarios para conseguir un mejor ajuste entre la nueva tecnología y el manejo del sistema social y la regulación economía.

Un argumento que se apoya en el poder transformador de las TIC's pero nos podemos preguntar si esta situación de cambio va a ser permanente, dada la velocidad del desarrollo tecnológico y la frecuencia de los cambios estructurales que propone.

La conformación de un nuevo paradigma tendrá que ver no sólo con la aparición de nuevos ramos de productos y sistemas sino que definirá un nuevo o nuevos inputs identificado como *key factor*, que condicionará los costes relativos de producción. Ese *key factor* se caracteriza por: ser una fuente significativa de reducción de costes; tener una oferta ilimitada y tener un fuerte potencial para ser aplicado a productos y procesos. El papel de estos inputs *key factor* es fundamental. La irrupción de los nuevos inputs y los paradigmas condicionados también por la resistencia del paradigma anterior. Será cuando las viejas trayectorias estén agotadas como fuente de productividad cuando se impongan las nuevas. Los *key factor* proporcionan oportunidades de inversión, de crecimiento en productividades y beneficios. Unas características que nos valdrían, en estos momentos para identificar a la microelectrónica como *key factor* del actual paradigma que sería el de las tecnologías de la información (Freeman y Perez, 2008, pp. 46-48).

Conway (2009, p. 289), explicó su propuesta de las diez etapas del proceso de innovación. Estas etapas son:

- 1) Generación de ideas- surge de conversaciones, conexión entre información disparatada y otros.
- 2) Discernimiento de la idea- requiere un punto central de recibir la información. Los filtros reducen muchas de las ideas originales y ayudan a categorizarlas. Las ideas que permanezcan pasan a la próxima etapa.
- 3) Desarrollo y prueba del concepto- sobre esto, Tidd y otros (2001, p. 49) indicaron: “innovación es más que un simple comienzo de buenas ideas, es el proceso de hacerlas crecer para un uso práctico”. Además de probar los conceptos con los potenciales usuarios se puede tener información para analizar y confirmar los potenciales usos del producto.
- 4) Desarrollo de estrategia de mercado- consiste en desarrollar la estrategia para comercializar el producto.

- 5) Análisis del negocio- incluye los costos, los ingresos y la proyección de ganancias. Estimar estas partidas permite proyectar y determinar al nivel que se llevará el proyecto.
- 6) Desarrollo de producto- en este punto se pasará de la etapa de análisis a convertir el concepto en producto, proceso o servicio. El Manual de Oslo (2005) distingue la innovación en producto de la innovación en proceso. Sobre la innovación en producto significa unas nuevas características o mejoras significativas. Por otra parte, innovación en proceso es la utilización de nuevos métodos, equipos y conocimiento o significativamente mejorados. Añade el Manual que una combinación de los elementos anteriores se considera innovación de producto y proceso.
- 7) Probar el mercado- en esta etapa se presenta la innovación en el mercado real lo que requiere reconocimiento de la marca y se obtendrá información detallada del tamaño y alcance que finalmente se puede obtener de la innovación.
- 8) Comercialización- decisiones importantes sobre dónde, cuándo y cómo son determinantes en la presentación de la innovación al mercado.
- 9) Evaluación posterior del proyecto- en esta etapa se lleva a cabo una auditoría del proyecto. Esta se debe realizar sin importar que la innovación tuviera éxito o fracaso.
- 10) Reflexiones gerenciales de innovación- las decisiones que se acojan en esta etapa son importantes para examinar si las innovaciones deben continuar y con qué frecuencia.

Según Bansi y Geoff (2012, p. 68) la innovación es una creación novel que añade valor y puede ser identificada hasta como un nuevo color a los existentes en el *World Wide Web* (www). Añaden que la gerencia de las organizaciones que buscan nuevas estrategias para el desarrollo de nuevos productos utiliza la innovación transformacional que es más acelerada que la incremental.

Otros autores presentan la innovación como el proceso de desarrollo de productos o servicios como resultado de la incorporación de nuevo conocimiento. Para que el

proceso de innovar pueda fortalecerse deben establecerse los indicadores que permitan medir cualitativa y cuantitativamente el desarrollo trazado y la efectividad de las estrategias nacionales (Manual de Bogotá, 2001, pp. 12-13). El propósito es generar información que sirva de base para el diseño de políticas gubernamentales que apoyen el desarrollo de iniciativas que contribuyen al desarrollo económico y social. Las innovaciones logran la transformación de los productos que competitivamente necesita el país para elevar los niveles de desarrollo y crecimiento económico. Para que las empresas que forman parte del sistema de innovación de un país, Nagji y Tuff (2012) se puedan mover es necesario tener claro el rol de la innovación y cómo esta dirige su crecimiento y competitividad. A través de la innovación se logran nuevos productos y cambios en productos o servicios que añaden valor y mejoran la calidad de vida de las personas. En palabras sencillas, el beneficio de la implantación de estas estrategias se tiene que distribuir equitativamente a través de toda la sociedad.

Freeman (1987) explicó que el beneficio de la innovación para un país ocurre a través de la integración de todos los participantes en este proceso el cual es complejo.

B. La visión sistematica del proceso de innovación

Hacemos una propuesta analítica, en línea con la generalidad de la literatura económica, que toma como objeto de estudio el Sistema de Innovación de Puerto Rico por cuanto entendemos que se trata de una herramienta necesaria para estudiar un fenómeno, el de la capacidad para generar y aplicar recursos tecnológicos, que es de naturaleza sistémica y, en este sentido, el resultado de la operativa de múltiples agentes que operan en instituciones distintas y con objetivos diferentes que resultan necesarios para que el proceso de innovación suceda.

En la medida en que el fenómeno de la innovación es fruto del trabajo de distintas instituciones que trabajan en instancias distintas y con objetivos diferentes, el funcionamiento del sistema depende no sólo de las características que presenta cada uno de elementos que lo componen sino, sobre todo, de la intensidad y coherencia de las relaciones que se establecen entre ellos. En la medida en que el hecho de innovación depende del funcionamiento conjunto de los elementos que conforman el Sistema de

Innovación, el resultado de los esfuerzos va a estar condicionado no sólo por su composición, sino, también, por el grado de coherencia y congruencia entre las actuaciones de cada uno de ellos y de la existencia de relaciones más o menos intensas entre ellos (Bilbao y Camino, 2011).

La visión sistémica, unánimemente aceptada, se consolidó con rapidez en la literatura económica (Freeman, 1987, 1995; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Una visión necesaria derivada de una dinámica tecnológica que se ha hecho de base científica como consecuencia de la penetración generalizada de la ciencia en el diseño de productos y procesos.

Un diseño es de base científica, si el diseño del producto o proceso exige la comprensión lógica de los fenómenos que lo subyacen (en base a los cuales hemos construido los productos y procesos). Todas las aplicaciones prácticas conseguidas por el sector electrónico han sido posibles en base a las investigaciones en el campo de los materiales semiconductores que se desarrollaron a partir del dominio teórico de los principios de la física de estado sólido. El *output* de innovación será fruto de informaciones creadas a niveles básicos, aplicados y de desarrollo, de tal manera que el establecimiento de las etapas que configuran el sistema de I+D no hace sino describir el proceso de adaptación de ese conocimiento general, fruto de la investigación básica y plasmado en principios y teorías, a la práctica socioeconómica. El recorrido que nos lleva de la investigación básica al desarrollo constituye el proceso necesario para descender de lo general a lo particular, de los principios que explican un fenómeno a la utilización de esos principios para la solución de un problema práctico concreto (Freeman, 2008). La investigación aplicada y el desarrollo nos aparecerían como tareas encargadas de realizar esa adaptación. Desde esta perspectiva, la productividad de los recursos dedicados a I+D dependerá tanto de la eficacia con que se desempeñen cada una de las tareas como de la eficacia con que se produzcan los flujos de información entre ellas.

Cualquier desarrollo tecnológico se apoyará en principios científicos y teorías en base a las cuales y con otros conocimientos desarrollaremos las aplicaciones prácticas (desde que la tecnología se convierte en conocimiento de base científica).

Un aspecto al que debemos conceder atención preferente es el que hace referencia a las características de esos desarrollos tecnológicos que calificamos como fundamentales

en la actual etapa de desarrollo. Como nos señala Lester Thurow, las nuevas industrias no están ligadas a los recursos naturales sino a la capacitación de los recursos humanos. Capital y recursos naturales caen de la ecuación de competitividad. A finales del Siglo XIX y principios del Siglo XX, los países con recursos naturales como Argentina y Chile eran ricos aquellos sin recursos naturales como Japón, estaban destinados a ser pobres (Thurow, 1996, p. 72). El 1 de enero de 1900, de las 12 mayores empresas de los EE.UU., diez estaban basadas en recursos naturales. Hoy esto no es así. De las doce empresas antes citadas, sólo una, *General Electric* estaría funcionando hoy (Thurow, 1996, p. 72). Las nuevas industrias son fuertemente dependientes de las actividades de I+D. Se trata de industrias que han sido creadas y evolucionan en el laboratorio a partir de la explotación, con interés comercial de los principios que formaliza el conocimiento científico. Si nos referimos a la biotecnología, vemos como se trata de una industria con un conocimiento soporte de base científica. Los desarrollos prácticos de la biotecnología se van a apoyar en conocimientos desarrollados en los campos de la microbiología, bioquímica, ingeniería, matemáticas, computación, genética, inmunología y virología. Unos conocimientos que están en la práctica totalidad de los desarrollos que se consiguen y que hacen costosa y compleja la tarea de innovación en el mismo. No nos puede extrañar, por ello, que sea una industria dominada por EE.UU. y Japón.

En esta situación, los conocimientos tecnológicos aparecen como factor estratégico fundamental para los países. Se han convertido en el ingrediente clave en la localización de la actividad económica de fines del siglo XX. El Silicon Valley y la Ruta 128, están en ese lugar simplemente porque allí es donde está el *brainpower* (Thurow, 1996, p. 74). Un aspecto de trascendental importancia para los países si tenemos en cuenta las exigencias que presenta la participación en los procesos de creación técnica, de manera que va a ser un factor fundamental para explicarnos la geografía de la producción mundial en función de la capacidad de los países para satisfacerlas. El reto de Puerto Rico está en tomar conciencia de esta situación y poner en marcha aquellas medidas que le permitan participar de forma competitiva en esta sociedad del conocimiento.

En una economía de base científica es preciso dominar principios y teorías para, a partir de ello, formular aplicaciones prácticas o conseguir adaptar aplicaciones desarrolladas en otros lugares, una circunstancia que nos obligará a conceder una enorme

importancia a la educación y formación, particularmente universitaria, que se desarrolle en nuestra economía. Por otro lado, hay que tener en cuenta que una tecnología es el resultado de la utilización de múltiples conocimientos que proceden de distintos campos de conocimiento y que con su utilización conjunta nos permite conseguir el diseño de producto y proceso que buscamos. Señala Vicente Camino (2012, p. 106) que no existe una identificación tecnología-campo de conocimiento en el sentido académico del término. Los conocimientos que se utilizan en una solución técnica van a tener su origen en distintos campos de conocimiento dando origen a uno propio y singular (el que define la propia solución técnica).

Los autores Aláez, Bilbao, Camino y Longás (1996), describen este fenómeno tecnológico aplicado al sector del automóvil cuando señalan que un automóvil es una solución técnica dirigida a configurar un diseño que satisfaga unas necesidades de transporte, y que será evaluado por el consumidor de acuerdo con una serie de prestaciones que determinarán el grado de satisfacción que obtenga del producto como: comodidad; seguridad frente a accidentes; capacidad; prestaciones mecánicas; consumo; contaminación; ruido y precio entre otros. En referencia a la composición material del producto automóvil, cabe recordar que se trata de un diseño que se elabora con 20,000 piezas aproximadamente. Unas piezas que son elaboradas con materiales muy diversos, utilizando procesos muy diferentes sobre la base de conocimientos muy distintos con objeto de materializar, a través de un diseño concreto, un amplio abanico de prestaciones. El diseño recurre a fenómenos de tipo mecánico; eléctrico; químico; físico; térmico; y cuya convergencia en el producto final permitirá la obtención del diseño que satisfaga las prestaciones requeridas. La evolución tecnológica de un diseño estará marcada por sucesivas aportaciones de información procedentes de distintas áreas de conocimiento lo que producirá una modificación constante de aquellos conocimientos que constituyen el potencial creativo útil. La producción de piezas va a utilizar una amplísima gama de operaciones de proceso: desde mecanizado y forjado, hasta la inyección de plásticos, pasando por el tratamiento de caucho, la fundición de metales, los tratamientos térmicos, entre otros. Unas piezas que utilizarán una gran diversidad de materiales: acero; hierro; una enorme variedad de plásticos; caucho; aluminio; madera; y materiales cerámicos. El

automóvil representa una síntesis cognoscitiva, y lógicamente, material enormemente compleja (Aláez, Bilbao, Camino y Longas, 1996, pp. 53-63).

Esta necesidad de contar con esfuerzos de distintos agentes para conseguir los resultados de innovación nos conducen a mantener esa visión sistémica que reconocíamos en el fenómeno de la innovación. Personas que trabajan en instituciones distintas como las universidades, empresas y otras, con objetivos diferentes van a ser cruciales para desarrollar procesos de innovación. Una circunstancia que hace imprescindible contar con una política tecnológica que ordene el trabajo de todos los participantes y lo oriente hacia un objetivo común. Se necesita una estrategia de innovación que fije objetivos y organice las actividades de los agentes participantes. El resultado de innovación se produce en la empresa pero es fruto no sólo de su actividad sino de toda la dinámica social. Las empresas tendrán resultados si hacen esfuerzos en investigación pero van a necesitar contar con una universidad que les ofrezca los recursos humanos bien formados, centros tecnológicos que les ofrezcan capacidades de investigación en tareas que necesitan llevar a cabo y para las que no tienen recursos. La capacidad de innovación de las empresas mediatizada por el hecho de contar con un contexto tecnológico que le sirva de soporte para sus actividades de innovación. En la medida en que la actividad de innovación se hace sistémica, la actividad de la empresa en su soledad no tendría sentido competitivo.

Cualquier país que pretenda tener un cierto protagonismo en materia de innovación deberá desarrollar un sistema de innovación que estructure su actividad de innovación entendiendo que los resultados serán de todo el sistema y de ahí surge la necesidad de establecer una estrategia de investigación que seleccione tareas y establezca canales de comunicación entre agentes en orden a dotar de coherencia y eficacia a las actividades que conforman el sistema de I+D.

2.2. EL CONCEPTO DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

Bathelt (2003, p.766) consideró que un sistema: “debe ser capaz de reproducir su estructura básica y de mantener activamente una distinción entre su entorno y de su capacidad de auto-reproducción”. Por otro lado, Schermerhorn (2013, p. 46) explica que los sistemas logran avances en la medida que los recursos se combinen y se dirijan hacia el propósito en común que se ha establecido. Para Edquist (2005), un sistema consiste de dos constituyentes:

- 1) Los componentes y la relación entre ellos; la relación debe ser totalmente coherente, con propiedades diferentes de quienes son sus constituyentes.
- 2) El sistema tiene una función y está dedicada a rendir un desempeño (*performance*) o alcanzar un fin.

Debe ser posible discriminar entre el sistema y el resto del mundo (ambiente del sistema) esto debe ser posible identificando los límites del sistema en particular.

El pionero en aplicar y desarrollar la idea de sistema a la explicación del fenómeno de la innovación hablando del Sistema Nacional de Innovación (SNI) fue Christopher Freeman (1987) quien en su libro reseña las lecciones de la experiencia de Japón para justifica la necesidad de adoptar una perspectiva sistémica para entender los procesos de innovación. El autor hace referencia a dos partes en el SNI: 1) una organización de sub-sistemas en una nación específica y 2) a la interacción entre los sub-sistemas (Freeman, 1987, p. 2). Además, el propio Freeman en una publicación posterior (Freeman, 2008) reconoce a Friedrich List, como el primero en utilizar el concepto SNI cuando en el 1841, en el libro *The National System of Political Economics*, identifica desde entonces las instituciones responsables de adelantar la ciencia, tecnología y educación en Alemania durante la revolución industrial. Destaca, también, los importantes trabajos comparativos realizados a lo largo de los años 90 por Lundvall (1992) y Nelson (1993). Dos autores y dos publicaciones referenciales en este campo de estudio.

El concepto original del SNI pretendía servir como marco de referencia para una economía estándar y criticaba la premisa de que el conocimiento es igual a información

(Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009, p. 313). Cuando el proceso de SI se presentó inicialmente se estableció que era una gestión de aprendizaje interactivo. El supuesto era que el conocimiento se combinaba con elementos específicos de aprendizaje, es decir, la ciencia con la experiencia (Lundvall, 1992). En la actualidad, todavía algunos analistas y creadores de política pública trabajan con la estrecha definición de que el SI se dirige a hacer ciencia (Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009, p. 313).

El concepto de sistema nacional de innovación nos remite a la idea de que las problemáticas de innovación varían de unos países a otros en relación, principalmente, al nivel de especialización en el campo tecnológico que posea el país en particular (Sloth, Andersen y Lundvall en Edquist, 1997, p. 254). Sloth y otros (1997) añaden que la innovación se funde en el proceso de aprendizaje llevando a cabo la tarea y aprendizaje utilizando diversos recursos, además del aprendizaje por interacción, los que son características del SNI en su proceso de producción. La innovación en un país se notará por el patrón de la gestión de política pública del gobierno y su efecto en el nivel de interconexión de las empresas.

La estructura industrial con la división de trabajo y la frecuencia del vínculo entre las innovaciones reflejarán el nivel de especialización de productos y tecnología. En el SNI el factor conocimiento adquirido en el proceso de producción nacional es una característica del aprendizaje. Esta característica puede identificarse como parte de la cultura y la influencia que esta tiene en el bienestar social o como lo llamó James Colman capital social, más allá de la esfera económica (Fukuyama, 1995, pp. 6-10). Fukuyama, (1995) añade, que las experiencias de empresas manufactureras como la norteamericana *Nucor Coporation* y la japonesa *Toyota Motor*, en momentos de problemas económicos utilizaron la cultura y la confianza en los miembros de las organizaciones, para llevar a cabo las tareas, más que hacer referencia a las reglas y regulaciones que mantenían los procesos.

Bengt Å. Lundvall (1992) y Richard R. Nelson (1993), van a hacer, con aproximaciones muy diferentes al fenómeno, contribuciones muy relevantes al estudio de los sistemas nacionales de innovación. Lundvall, destaca una serie de aspectos teóricos relacionados con el fenómeno de la innovación que nos van a resultar de gran utilidad para interpretar el papel del Sistema Nacional de Innovación. Entre sus conclusiones

vamos a destacar, en primer lugar, su afirmación de que la dinámica del conocimiento es acumulativo pero sin que podamos identificar una secuencia universal en las tareas que nos llevan al desarrollo de la novedad. Las posibilidades evolutivas van a ser múltiples. En segundo lugar, destaca el protagonismo de los aprendizajes interactivos. La innovación será el resultado de las interacciones de múltiples agentes e instituciones que serán diferentes en cada proceso innovativo. Como consecuencia de la importancia que asigna a los procesos interactivos, el contexto institucional será un referente fundamental para explicar la dinámica tecnológica de un territorio. Destaca, en el terreno de las interacciones, las que protagonizan clientes y proveedores, una afirmación que refuerza el papel de la estructura económica para definir las necesidades tecnológicas. Así, cuando se analizan los SI se debe tomar en consideración no solo las organizaciones con procesos de investigación y exploración importantes para las innovaciones radicales, sino ampliar la consideración al marco institucional que incluye los procesos de aprendizaje, *Doing, Using and Interacting* (DUI) y las capacidades que se adquieren del aprendizaje, la educación y de competencias (Asheim e Isakesen, 1997). Para Lundvall, el compromiso del país y de las instituciones con el SI se debe evidenciar a través de puesta en marcha de acciones concertadas. Define los SI en un sentido amplio cuando señala; “un sistema de innovación debe mantenerse abierto y flexible independientemente de cuales sean los subsistemas deban ser incluidos y que procesos deban ser estudiados” (Lundvall, 1992, p.13). El texto de Lundvall va a colocar a las organizaciones y las instituciones como componentes principales de los Sistemas de Innovación. Las organizaciones son estructuras formales creadas con un propósito explícito (Edquist y Johnson, 1997, p. 59). Además, Johnson en Lundvall (1992, p. 25), definió a las instituciones como:

Entes que se distinguen por una serie de hábitos, rutinas, reglas, normas y leyes, las cuales regulan las relaciones entre las personas y moldean interacción humana. A través de reducir la incertidumbre y a través de la cantidad de información necesaria por los individuos y la acción colectiva, las instituciones son fundamentos básicos en toda sociedad.

Las organizaciones son influenciadas en sus reglas, normas, formas y ambiente de la institución (Edquist y Johnson, 1997). Otra área de influencia para el comportamiento

es el sistema legal que reglamenta la operación de la institución. Los sistemas legales de los países establecen el orden, por otro lado puede haber reglamentación y atender en documentos las distintas necesidades y esta utilizarse en forma inconsecuente o en forma ineficientemente las instituciones o ciudadanos del país tendrán la sensación de impunidad.

En referencia a las aportaciones de Nelson (1993) diremos que a través de su investigación el autor propone una exhaustiva investigación empírica sobre el significado del Sistema de Innovación para un grupo de 15 países. A partir de la definición de los elementos que conforman un Sistema Nacional de Innovación: distribución de las actividades de I+D; características de las industrias y las empresas relevantes; papel de las universidades y políticas públicas en materia de innovación, hace un estudio de casos comparado analizando, las características tecnológicas de los países considerados en esos ámbitos. Nelson, repasa la situación de 15 países con distintos grados de desarrollo y distintas problemáticas tecnológicas. Agrupa a los países analizados en tres grupos:

- 1) Países desarrollados grandes con altos ingresos como Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido, Francia e Italia.
- 2) Países desarrollados pequeños con altos ingresos como Dinamarca, Suecia, Canadá y Australia.
- 3) Países con bajo ingreso en pleno proceso de industrialización como Corea, Taiwán, Brasil, Argentina e Israel.

A través del análisis comparado pretende determina aquellos aspectos que puedan tener validez general para el conjunto de países y aquellas características diferenciales que puedan presentar los países y que puedan ser relevante mantener para conseguir mejores resultados.

La división en tres grupos le permite diferenciar problemáticas tecnológicas distintas de manera que podemos esperar que los países presenten una composición en su Sistema Nacional de Innovación también distinta. Los países del primer grupo llevan a cabo, en términos generales, un mayor esfuerzo en actividades de I+D que el resto de los grupos y localizan una parte importante de sus esfuerzos en industrias de alta tecnología

como la aéreo espacial, electrónica y productos químicos. Los países del segundo grupo tendrían una mayor actividad tecnológica que los del tercer grupo. Ello no obstante, habría excepciones en esta clasificación porque en el segundo grupo tendríamos a Suecia, con una intensa actividad de I+D, y en el tercer grupo estarían dos países como Israel y Corea, que tienen en algunos reglones tecnológicos mayores inversiones respecto del Producto Nacional Bruto (PNB) que los países del primer grupo (Nelson 1993, p. 507).

El estudio comparado le permite afirmar, en primer lugar, que las capacidades tecnológicas de un país son una fuente clave de su competitividad y que estas capacidades son construidas en acciones nacionales. Por otro lado indica que no existe una secuencia universal en las relaciones entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La realidad muestra un juego de interacciones más complejo de forma que en cada país la dinámica es diferente. Las diferencias interindustriales entre países determinan fuertes influencias sobre la forma de los Sistemas nacionales de Innovación. Cada país deberá diseñar su propia estrategia de innovación. Añadió, por último, que el sistema nacional no se circunscribe a los límites territoriales sino que cada vez está más influenciado por la internacionalización de las empresas y de los proyectos (Nelson 1993, p. 505).

Insistir en que tanto Lundvall como Nelson coincidieron en la necesidad de reivindicar el enfoque sistémico que propone la literatura de los Sistemas de Innovación Nacionales para el análisis de los procesos de innovación en un país, aunque difieran en la forma de analizarlos.

Un debate clave en materia de SNI es el que se establece en base a la distinción entre las perspectivas *Science, Technology and Innovation* (STI) y DUI (Coenen y Asheim, 2006; Lorenz y Lundvall, 2006; Jensen y otros, 2007). La definición de innovación en términos de ciencia, tecnología e innovación, mantiene una visión que resalta el papel del conocimiento científico como motor de desarrollo tecnológico. El planteamiento STI describe en forma estrecha el sistema de innovación porque se orienta principalmente a las ciencias (Lundvall, 2007). Cuando se utiliza el modo amplio de definir innovación basado en hacer, usar e interactuar (DUI), se habla del conocimiento sintético, se hace énfasis en la interacción y los procesos informales de aprendizaje y de la experiencia que se desarrollan entre la empresa y los componentes de la cadena de

valor (Asheim, 2009, p. 30; Isaksen y Karlsen, 2012, p. 116). Esta segunda definición se orienta más al proceso en que la demanda de bienes o servicios propicia una dinámica de la innovación más centrada en novedades incrementales (Asheim, 2009, p. 38). Según Jensen y otros (2007, p. 682) el STI y DUI representan formas ideales de aprendizaje e innovación porque la combinación de ambas se parece más a lo que ocurre en la vida real. Señala Asheim, (2009) que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) utilizan más el aprendizaje informal, de forma que para ser más competitivas en precios, como resultado de bajos costes, tenderán a utilizar en mayor medida el modo de innovación DUI. Otros autores como Lorenz y Valeyre (2007) estudiaron el efecto organizacional en las empresas que utilizan DUI, porque estas pueden lograr, más allá de reproducir productos, aprender a cómo mejorarlos y como resultado de este mejoramiento, surgen innovaciones e inclusive patentes. Las condiciones y prácticas laborales tienen impacto en el compromiso de los empleados con su trabajo y el compromiso se relaciona con la innovación (Mitchie y Sheehan, 2003).

No pretende esto indicar que las empresa podrán depender únicamente de las innovaciones DUI, porque tendrán que buscar alternativas para atraer conocimiento especializado a nivel nacional e internacional para desarrollar e incorporar innovaciones STI (Asheim y otros, 2003). Las empresas en los países deben estar conscientes que utilizar DUI en forma permanente como resultado de mantener bajos costos es perjudicial para su desarrollo a largo plazo (Asheim, 2009).

La perspectiva sistémica se refuerza ante el protagonismo creciente de la cooperación en el terreno tecnológico. La participación de las empresas en proyectos en cooperación con organizaciones externas sea como colaboradores, cooperación en I+D con universidades u otras empresas, asistencia técnica con centros tecnológicos, aparece como requisito necesario para tomar parte en la dinámica de innovación (Asheim, 2009).

La cooperación tecnológica representa un mecanismo fundamental para llevar a cabo tareas de creación técnica en el actual marco de crecimiento en la complejidad y en la rapidez del conocimiento tecnológico. A través de la cooperación se accede a saberes que no se poseen y que no se pueden desarrollar en el interior de la empresa por falta de recursos y de tiempo. La cooperación en la investigación presenta muchas ventajas para la firma: la primera el de acceder a saberes que no se tienen. Un elemento fundamental

estaría en el hecho de que al cooperar estoy trabajando con un socio que domina el conocimiento que dispone, de ahí que esa incorporación sea más rica que la que conseguiría con la adquisición de información a ese mismo socio. Cooperar me permite acceder al fondo de conocimientos del socio en ese terreno. Por otro lado, me permite compartir costes y riesgos en el desarrollo de las actividades de investigación. Una circunstancia muy importante si tenemos en cuenta el aumento exponencial experimentado por los costes de desarrollo de nuevos productos.

Pero la cooperación tampoco está libre de inconvenientes. Reclama una coordinación continua entre los socios de manera que requiere el diseño de un marco de relaciones que es costoso. Tampoco estaremos libres del comportamiento oportunista de los socios que perjudicará los resultados del conjunto. Habrá riesgos culturales porque la compatibilidad de los socios para trabajar conjuntamente nunca es fácil. No lo suele ser cuando cooperan socios que responden a perfiles culturales y empresariales similares, por lo que será mucho más complicado cuando sean socios que pertenezcan a perfiles diferentes.

Observemos que una empresa buscará su socio en base a la tipología de los conocimientos que necesite de ahí que ese socio pueda estar en cualquier lugar del mundo provocando que el problema de la compatibilidad pueda ser muy relevante. Si trabajamos con tecnología punta estaremos obligados a recurrir a centros que estarán localizados en los países más desarrollados (EE.UU., Japón, UE), con lo que la gestión de la cooperación no será fácil. De ahí que cuando la cooperación no plantee exigencias tan fuertes en términos de conocimiento las empresas van a cooperar con socios teniendo muy presentes esos elementos que tienen que ver con la proximidad cultural con el socio.

Esta estrategia de integración tecnológica con instancias externas, permite cambiar la base del conocimiento interno y crear una red de conocimiento distribuido (Smith, 2000, p. 19). Una relevancia de la cooperación que nos explica la importancia de los “clusters” en los sistemas regionales o nacionales de innovación en la que se junten universidades locales con la industria para, a través de la cooperación, aumentar la capacidad de creación de nueva tecnología (Asheim, 2009). El fuerte desarrollo que han experimentado en los últimos 15 años los “clusters” biotecnológicos (Asheim, 2009) los podemos explicar en el aumento de las redes de cooperación establecidas a nivel global

que han permitido que las empresas y regiones hayan podido encontrar las competencias de bio-ciencia que necesitan para aplicarlas en el desarrollo local. La cooperación debe plantearse en términos globales, de manera que los Sistemas Nacionales de Innovación deben estar abiertos a la colaboración con instancias internacionales. Para lograr un crecimiento y acceso a estas competencias se promueve la participación en las investigaciones en esta área se conviertan en globales y se junten industrias que utilizan únicamente STI con industrias que combinan STI y DUI (Coenen y otros, 2006). Por otro lado, esta apertura representa un desafío a las regiones que buscan desarrollarse de forma endógena, entendiendo que son importantes las fuentes de conocimiento tanto local como no local (Bathelt y otros, 2004). Para que se advenga ese conocimiento en el nivel local hay que establecer las conexiones globales con proveedores locales y esto ocurre con el apoyo institucional y no de manera espontánea (Bathelt y otros, 2004).

La imagen empresarial de que las empresas compiten por ganancias de manera individual en los mercados no es real. Esto se debe a los cambios que se han dado en la operativa de las empresas en la que ganan protagonismo los comportamientos en colaboración y que se producen a través de las redes sociales organizacionales y los contactos externos, lo que han venido ocurriendo por las pasadas tres décadas (Vornotas, 2009, p. 27). Gulati (1998) define las redes sociales organizacionales como los nódulos que establecen una relación social de tipo específico. La colaboración entre las empresas tiene los beneficios de que amplían lo que Gulati (1999) llamó, los recursos de las redes, los que pasan a convertirse en capital social y a su vez representa una oportunidad de información para la organización. Las redes otorgan a los miembros beneficios en el intercambio de información de alta calidad, compleja y de conocimiento específico que de no contar con las redes se convertiría en debilidad para la organización (Vornotas, 2009, p. 39). Añade Vornotas (2009) que cuando el conocimiento marca la ventaja competitiva, se comparte entre las organizaciones en redes cooperativas lo que termina desarrollando más la innovación. Los acuerdos en las estructuras de redes establecen, desde el inicio, las condiciones particulares de la industria específica y además otorgan mayor control a los beneficios de los miembros (Vornotas, 2009, p. 40). Además, las redes pueden tomar diferentes formas que se definen por el origen, tamaño, estructura y los objetivos particulares que establezcan sus miembros (Morgan y Neuwelaer, 1998). A

medida en que crece la intensidad tecnológica de una industria, el rol de los acuerdos colaborativos son más importantes para las empresas que la conforman (Hagedoorn, 2002, p. 484). En el estudio, Hagedoorn (2002) nos muestra los índices relativos de colaboración por sector, y destaca los aumentos en los acuerdos desarrollados por parte de las empresas de las industrias de alta tecnología. Cuando compara el desarrollo en la colaboración, entre los sectores de alta, mediana y baja tecnología, señala que el sector de alta tecnología creció de 29% en el 1960 alcanzando 83% en el 1998.⁹ El sector de alta tecnología incluye: computadoras, programas, micro-electrónicos y telecomunicaciones, el sector de mediana tecnología incluye: instrumentación, equipo médico, automóviles, electrodomésticos y productos químicos. Unos datos que nos están confirmando la necesidad inevitable de los sectores de alta tecnología, aquellos más dinámicos en el mejoramiento de sus productos y sus procesos, por desarrollar esfuerzos en cooperación.

La aplicación de una concepción sistémica para la explicación del proceso de innovación plantea límites difusos en la identificación práctica de un sistema de innovación, dada la necesidad de abarcar todas aquellas instituciones que puedan desempeñar algún protagonismo en materia de innovación. En función del énfasis que unos autores u otros concedan al protagonismo de las distintas instituciones nos encontramos con visiones más amplias y visiones más estrechas, a la hora de delimitar el contenido institucional que define un sistema de innovación. En los planteamientos más restrictivos, el foco principal de los análisis se dirigirá a las instituciones y organizaciones que participan de forma directa en los procesos de investigación y exploración (Nelson, 1993; Edquist, 2005, Lundvall, 2007), las visiones más amplias estarían reivindicando la relevancia de otros elementos como la educación, las actividades de formación, e incluso el mercado de trabajo y el sistema financiero para explicar los procesos de innovación (Cooke y otros, 2004).

La falta de unanimidad en la literatura económica en torno a los componentes claves de un sistema de innovación (Edquist, 2008), así como la falta de precisión en las relaciones causales entre ellos (Uyarra y Flanagan, 2009), introducen un elemento de ambigüedad en el concepto que nos obliga a precisar la concepción adoptada en nuestro

⁹ Hagedoorn, 2002, figura 3, *The Share (%) of high-tech, medium-tech and low-tech industries in all newly established R&D partnerships (1960-1998)*.

análisis. Nuestro trabajo opta por analizar los recursos tecnológicos de la economía de Puerto Rico desde la concepción, por otra parte mayoritaria en la literatura económica, restringida del sistema de innovación, al que vamos a entender como el entramado institucional que soporta de manera más directa el proceso de innovación, y que tendrá en cuenta a aquellos agentes e instituciones que llevan a cabo tareas relacionadas con la creación, adaptación y difusión de información tecnológica.

En la definición amplia en la que se consideran otros actores más allá que la I+D, según Nelson y Rosenberg (1993, pp. 5-6), no hay una guía estricta de quienes están incluidos y quienes no en el sistema de innovación. No hay consenso entre los autores de este tema en término de las actividades que debe contener un SI, y para poder realizar su estudio Edquist y Chaminade (2006), presentan una lista de diez actividades hipotéticas basado en la literatura y del propio conocimiento de ambos sobre el proceso de innovación y que utiliza Edquist y otros (2008) en su libro. Al enfocar Edquist los criterios en actividades no descarta o rechaza que las instituciones y organizaciones son los componentes de los SI (Edquist y otros, 2008, p.11). Además, Edquist, considera como parte de las actividades de los SI que se evalúan a los actores de las organizaciones y si las reglas de las instituciones sirven como incentivos u obstáculos y como estas afectan los esfuerzos de innovación.

Las personas que participan o son protagonistas de las organizaciones en los sectores anteponen sus intereses particulares, como por ejemplo: aumentar las ganancias; regulación; y desconocimiento del proyecto sin considerar los intereses de otros sectores. Nelson y Rosenberg (1993) no establecieron una línea para sincronizar las instituciones. Ambos autores explican que las instituciones mantienen su independencia de actuación, entendiendo que no deben neutralizarse los esfuerzos de las organizaciones.

Por otro lado, Lundvall (1992) estableció que el término institución indica reglas que se siguen. Añade que la organización institucional "... es la segunda dimensión importante del sistema de innovación" (Lundvall, 1992, p. 10). En lo que coinciden los autores antes mencionados es en que el sistema de innovación no puede tener en su proceso guías rígidas porque debe ser abierto y flexible. Lam (2007) menciona la importancia de las alianzas empresariales, las redes y el personal para incluirse en los

sistemas de aprendizaje que trae el desarrollo organizacional y la inclusión de nuevo conocimiento que se evidencia en el crecimiento tecnológico y los cambios disruptivos.

Todo el discurso previo elaborado en base a las indicaciones de la literatura económica, nos permite reconocer el papel central del gobierno en la conformación del sistema nacional de un país. La visión sistémica nos señala que habrá actividades que, sometidas a fallos de mercado, deberán ser financiadas por instancias gubernamentales. Nos indica, también, que será la instancia necesaria para la coordinación de todos los esfuerzos que se lleven a cabo en las distintas instituciones que lo componen.

Es crucial cuajar un consenso nacional en torno a la deseabilidad de trabajar unidos en la dirección de la visión de un país que fomenta la innovación como el fundamento de su estrategia económica y social. Las nuevas formas de hacer productos o rendir servicios pueden traer como beneficios la efectividad y eficiencia de los procesos convirtiendo al país en uno productivo, lo que a su vez transforma la calidad de vida de los habitantes.

Según Schermerhorn (2013, p. 12), cuando se alcanzan las metas y no se desperdician los recursos, se alcanza una alta productividad lo que se traduce en crecimiento, pero podemos añadir nosotros que si no existe la actuación coordinadora del gobierno, esas metas no se alcanzarán nunca.

Según Lundvall y Borrás (2005, p. 602), los países para dirigir sus esfuerzos hacia un desarrollo innovador, deben adaptar las políticas de ciencia y tecnología en una política de innovación, para alcanzar el propósito trazado. El protagonismo del gobierno se refuerza si tenemos en cuenta, como señala (Lundvall, 1992) que la política de innovación en un país debe orientarse no sólo hacia la promoción de ciencia y tecnología sino que tiene que tener en cuenta, también, la demanda del usuario, la viabilidad comercial de la innovación. Lundvall continuó explicando que la política de innovación de un sistema de innovación regional deben adaptarse al desempeño económico que va generando la innovación e incluir no sólo las actividades vinculadas a la I+D, sino todas aquellas que sean susceptibles de generar nuevos conocimientos específicos como las organizaciones que apoyan el aprendizaje y la creación de competencias.

Charles Edquist (2005) explica que cada Sistema de Innovación tendrá sus propias fortalezas y debilidades. Las fortalezas y debilidades varían por país porque

dependen principalmente de las políticas gubernamentales que se adopten por los gobiernos de cada país (Edquist, 2005, pp. 185-186). Añade Edquist (2005) que un elemento fundamental para la innovación de un país o región es el desarrollo del sistema educativo. Un país tiene que fortalecer su sistema educativo sin que medien elementos externos al mismo. Añadir elementos externos no permite medir particularmente los esfuerzos educativos porque al combinar elementos externos afecta la evaluación de la efectividad de lo que se realiza y los proyectos dirigidos a la educación del país.

Entre las políticas que tienden a fortalecer el SI se mencionan por Edquist, incluye:

- 1) que la innovación y el proceso de aprendizaje son el centro del foco, esto es, que la producción de nuevo conocimiento o la combinación de conocimiento existente con el nuevo, no incluya la intervención de cambios tecnológicos y otras innovaciones exógenas;
- 2) que se adopte una perspectiva holística e interdisciplinaria, se refiere a que se incluya la influencia de factores organizacionales, sociales, políticos y económicos;
- 3) énfasis en la interdependencia y no lineal entendiendo la importancia de la reciprocidad y los mecanismos de realimentación del proceso;
- 4) énfasis en el rol de todos los sectores, cuánta influencia puede ejercer en el desarrollo de la innovación. (Edquist, 2005, p. 185).

Los gobiernos de los países que deciden adoptar políticas de innovación deben estar conscientes de estos elementos al momento que las políticas sean puestas en acción para de esta manera alcanzar que el sistema funcione. Sobre las debilidades del Sistema de Innovación se encuentra el efecto de la intervención de unas organizaciones en sectores en los esfuerzos para innovar de otras organizaciones en sectores con intereses particulares. Las organizaciones del sistema deben tener presente sus fortalezas y debilidades. Este conocimiento les permitirá colaborar y las intervenciones sin interés particular, ayudará al desarrollo del sistema. El nivel de la intervención varía por organización y sector.

Un aspecto adicional de interés que conviene destacar tiene que ver con el hecho de que la innovación es tan importante para los países de bajos ingresos como para los países desarrollados. Tilman Altenburg (2009) en su libro explicó que los países en vías de desarrollo tienen bajos ingresos como resultado de la baja productividad y debilidad institucional. Estos elementos limitan las oportunidades para que el SI se establezca y desarrolle en forma generalizada en el país. Añade Altenburg, que los países que se denominan en vías de desarrollo tienden a ser bastante heterogéneos, en sus ingresos per cápita, tamaño del mercado, capacidad tecnológica y calidad de sus instituciones. El informe de la *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD, 2012) ofreció el dato de que el 26,9% de las exportaciones en manufactura del mundo provienen de estos países.¹⁰ Países con fuertes debilidades tecnológicas pueden conseguir buenos resultados económicos, como lo pone de manifiesto el que una parte importante de las exportaciones señaladas por la UNCTAD se deben a la contribución a la exportación manufacturera de doce países entre los que se encuentran: China, Indonesia, India, Corea del Sur, Malasia, Taiwán, Tailandia, Argentina, Brasil, Chile, México y Turquía, que han experimentado una rápida industrialización y expansión no apoyada en un avance paralelo en términos tecnológicos y capacidad de innovación. Esto se debe a que el esfuerzo de desarrollo industrial se concentra en mano de obra de bajo coste y menos en desarrollo de manufactura apoyado en la inversión en I+D.

Altenburg (2008) argumentó que las prioridades en las políticas de innovación para los países desarrollados son muy diferentes a la de los países en vías de desarrollo. Una causa para que los países en vías de desarrollo cuenten con desventaja en el terreno de la innovación tiene que ver con la falta de inversiones en I+D pero también, y resulta una limitación más potente, a la debilidad de las instituciones formales que sirven de soporte a las actividades tecnológicas. La ausencia de formalidad limita la efectividad de las instituciones al momento de accionar los planes, lo que es un elemento importante al ser evaluados estos países por los inversionistas. Un rasgo que identifica a los países en vías de desarrollo es el nivel de pobreza y la carencia de un sistema de salubridad. Esta consideración tiene serias implicaciones en la puesta en acción de las políticas de

¹⁰ UNCTAD, *Comparative diversification indices of merchandise exports and imports*, 1995-2012. Recuperado en: www.unctadstat.unctad.org/TablesViewer/tableView.aspx

innovación. Altenburg, (2008) establece dos acciones gubernamentales principales que afectan al desarrollo de la innovación en estos países. En primer lugar, el compromiso político de realizar obras sociales de infraestructura básica como carreteras, proveer electricidad y facilidades de agua potable. La asignación de recursos económicos para estas obras, tiene el efecto de reducir la disponibilidad de fondos de inversión en programas de I+D+innovación. Y en segundo lugar, los fondos para apoyar las innovaciones están dirigidos a ayudar aquellos proyectos orientados a la calidad de vida sustentables y aumentar los ingresos de los pobres. Señala Altenburg, (2008) que los proyectos potenciales de I+D están dirigidos a la agricultura, manejo del agua y cura de enfermedades relacionadas a la pobreza. La urgencia en la atención de las necesidades básicas limita la disponibilidad de recursos para implementar una política de innovación que permita desarrollar actividades económicas en sectores manufactureros de más valor añadido. El informe de la UNCTAD (2013) sobre inversión en innovación para el desarrollo, indica que las políticas de financiación de los proyectos no pueden limitarse a I+D.¹¹

Rodrik (2004, p.19) establece que la creación de políticas como la de innovación de un país debe poder apoyar el proceso de descubrimiento incluyendo los aprendizajes de tanteo (*trial and error*). El entendimiento de que los procesos de aprendizaje, podría conllevar equivocaciones, lo que permite a los aprendices conocer y mejorar hasta dominar la destreza. Existe un considerable riesgo en cada proyecto naciente, el que debe tolerarse aunque se observe en el proceso un punto de fracaso.

Como texto final a esta reflexión sobre el concepto de Sistema de Innovación y papel del gobierno hay que decir, como señalan Lundvall y Borras (2005, p. 611), existen dos planteamientos de política sobre las intervenciones en materia de innovación. La primera sería la no intervencionista, en la que solo se establece el marco de referencia para los sectores tecnológicos. Según este planteamiento, el gobierno se centraría en la

¹¹ UNCTAD, Junta de Comercio y Desarrollo, Quinto periodo de sesiones, Ginebra mayo 2013, p. 3, Recuperado en: http://unctad.org/meetings/es/SesionalDocuments/ciid21_sp.pdf. En pp. 12-13, añade el informe que existe una fuerte relación entre gasto bruto interno en I+D y evolución del Producto Interno Bruto (PIB). El grupo de los países desarrollados manifiesta una alta inversión en I+D en datos para 2009: Finlandia, con el 3,93%; le sigue Suecia, con el 3,60%; Japón, con el 3,36% y los Estados Unidos con el 2,90%. También los países de desarrollo medio que están experimentando un fuerte desarrollo se están apoyando en inversiones de I+D: República de Corea con el 3,56%; seguido por Singapur con el 2,43%; China con el 1,70%; y Brasil con el 1,17%.

investigación básica y la educación general como las actividades legítimas. Esta forma de establecer políticas parte de la base de que la economía llevará a cabo sus ajustes y correcciones. El segundo planteamiento de política es aquel que se fundamenta en una versión sistémica del proceso de innovación según la cual el gobierno intervendrá para cubrir los fallos del mercado así como para coordinar las actuaciones de las instituciones en orden a atender las necesidades del sistema. Ambas versiones parten de la base que la política de innovación tiene como objetivo principal el crecimiento económico y la competitividad global (Lundvall y Borrás, 2005, p. 612) si bien nosotros nos adscribimos, como ya lo hemos puesto de manifiesto, a la perspectiva intervencionista.

2.3. LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN.

Un concepto directamente ligado a la de Sistema Nacional de Innovación pero que presenta algunas particularidades que nos interesa explorar es el de Sistema Regional de Innovación. Podemos establecer un paralelismo claro entre lo que la literatura entiende por región en el marco de una nación y la situación de Puerto Rico respecto a los EE.UU.

Cooke (2001) explica que una región es una unidad político administrativa sub-nacional o supralocal caracterizada por cierta homogeneidad interna y algún grado de diferencia socio-cultural y de política económica de dichas entidades. Cooke (2003) reconoce que no hay una definición general compartida de lo que es una región. Señala que las regiones no son necesariamente espacios geográficos o limitados por fronteras. Cooke y Morgan (1998, p. 65), presentaron a una región como: “un territorio menor que el estado al que pertenece que posee poder y cohesión supra-locales significativos, de carácter administrativo, cultural, político y económico, que la diferencian de su estado y otras regiones”. Añaden Cooke y otros (2007, p.147) que la región se define como “unidad política de nivel medio, situada entre los niveles nacional o federal y local de gobiernos, que puede tener cierta homogeneidad cultural e histórica...”. Cooke, explica elementos que son necesarios para que se denomine región como que se puedan identificar distintivos que incluyan la cultura, poder político y económico. Señala Cooke, (2001, p.75) además, en la definición regional, que las regiones pueden cambiar porque surgen otras o desaparecen. Asheim y Gertler (2005) definieron el sistema regional de

innovación (SRI) como: “la infraestructura institucional que apoya a la innovación en la estructura institucional que apoya a la innovación en la estructura productiva de una región”. Por otra parte, Mikel Navarro (2009, p. 299) definió SRI como: “la infraestructura institucional que apoya a la innovación en la estructura productiva de una región”. Tanto Asheim, Gertler, como Navarro, coinciden en sus definiciones que tiene que haber infraestructura institucional y un apoyo estratégico para que en una región se lleve a cabo la innovación.

Cooke (1996,1998 y 2001, p. 9) explicó que un SRI lo integran dos sub-sistemas claves de aprendizaje: el primero, compuesto de un sub-sistema para la utilización del conocimiento cuando dice: “generación del conocimiento o infraestructura de apoyo regional con laboratorios de investigación, universidades y agencias de transferencia tecnológica, centros de formación continua” entre otros centros en relación lateral. El segundo sub-sistema de explotación del conocimiento y la difusión estructural de producción regional con empresas con características sistémicas en la vertical con la cadena de suplidores. Aunque Cooke, los explica como subsistemas para efectos de identificación, ambos deben estar funcionalmente integrados para incrementar el aprendizaje. Añaden Cooke y otros (2004, p. 3) en la definición de SRI que “un sistema regional de innovación consiste en sub-sistemas de generación y explotación de conocimiento que interactúan, ligados a otros sistemas regionales, nacionales y globales, para la comercialización de nuevo conocimiento”.

Autores como Iammarino (2005) y Uyarra (2008) presentaron el funcionamiento de los SRI en forma muy similar, cuando se compara con los SNI en su visión de arriba hacia abajo, en el que las instituciones mantienen mayor formalidad en sus procesos. Ambos autores entienden que los SRI deben tener además, perspectivas de abajo hacia arriba. Esta visión que ve a los SRI en forma más amplia, permite que en la base se establezcan las formas más ágiles de comunicación y formación de redes para compartir el conocimiento. Este funcionamiento va alineado con el presentado por Doloreux y Parto (2005, p. 143) en el que exponen que la estructura productiva esté insertada en la estructura institucional, lo que facilita el aprendizaje entre las organizaciones participantes.

Por otra parte, autores como Porter (1990) y Canagni (1990) establecieron que los sistemas regionales de producción como lo son los distritos industriales y tecnológicos tienen una mayor importancia por la fortaleza que trae la especialización.

Desde otro punto de vista, Lundvall interpreta que la globalización y la regionalización debilitan la coherencia e importancia de los sistemas nacionales (Lundvall 1992, p. 3). La explicación de Lundvall, se fundamenta en que los esfuerzos muy amplios debilitan la atención a los eventos puntuales, mientras que los esfuerzos muy estrechos limitan las oportunidades. Autores como Edquist, (2005) establecieron que una región debe estar delimitada funcionalmente atendiendo la interacción económica y que geográficamente estén relacionadas al proceso de innovación.

Los SRI no pueden ser vistos como unidades autosuficientes por lo que requieren interacción con instituciones externas al sistema (Navarro 2009, p. 35). Es por antes mencionado que los SRI deben ser sistemas abiertos que para su desarrollo necesitan aprovechar el conocimiento creado fuera de los SRI. Coenen y Asheim (2006) concibieron a los SRI como: “abierto, socialmente construido y ligado a otros sistemas globales, nacionales y regionales de innovación dentro de una perspectiva multinivel de gobernanza”. Los SRI no son reproducibles en forma idéntica, porque depende del lugar donde se encuentren y cuán próximo quede a lugares amplios con acceso a las tecnologías, además de los recursos con conocimiento y especialización.

Por esto, Bathelt (2003) entre otros autores ha indicado que no se les puede llamar sistema a los SRI porque no cumplen con criterio de especialización y gobernanza porque esto limita las oportunidades para la toma de decisiones propias y desarrollo.

Cuando se describe un sistema regional de innovación hay que diferenciar entre los conceptos SRI y “clusters”. Michael Porter (1998) fue pionero al utilizar el término “cluster” y lo definió como: “un grupo de empresas interconectadas y de instituciones asociadas, ligadas por elementos comunes y complementarios, geográficamente próximas”. Porter, al incluir en su definición de “clusters” como la expresión geográficamente próximas, se aparta de otros autores de los SRI cuando utilizan el término. La proximidad geográfica para los “clusters” cuenta con el beneficio de la interacción y el conocimiento que se genera como resultado de la cercanía física. Para

Navarro entre otros autores, la proximidad geográfica de por sí no es criterio indispensable de los SRI (Navarro, 2009, p. 36).

Asheim y Coenen (2005, p.1174) reconocieron la diferencia entre los “clusters” y los SRI cuando escriben:

La distinción se reduce a la noción de que el concepto de “clusters” es sustancialmente más reducido que el concepto de SRI por la fuerte connotación sectorial en los “clusters”, mientras que un sistema regional de innovación puede trascender múltiples sectores.

Además, desde una perspectiva de políticas, es importante, tener presente esta distinción entre los conceptos. La distinción es necesaria debido a la diferencia entre especificidad sectorial y los apoyos requeridos para cada sector que se pretenda impulsar, frente al carácter genérico.

Asheim y otros, critican las políticas de los “clusters” como una ficción y a los “clusters” como un modelo de organización del Siglo XXI. La razón de crítica principal a la política de los “clusters” es porque crea especialización y limita el obtener ventaja de las plataformas de varios sectores y las tecnologías que los acompañan (Navarro, 2009).

En el ámbito conceptual próximo a la noción de “cluster” nos encontramos la definición de sistemas tecnológicos de Carlsson (1995) quien los entiende como: “Red de agentes que interactúan en un área de tecnología específica, bajo una particular infraestructura institucional, con el propósito de generar, difundir y utilizar tecnología”. Estos sistemas tecnológicos, que como los sistemas sectoriales no están necesariamente limitados por las fronteras nacionales, se han aplicado en tres planos de análisis: a una tecnología; a un producto o artefacto; y a un conjunto de productos y artefactos relacionados que persiguen satisfacer una particular función. Reconociendo que los sistemas tecnológicos trascienden las fronteras permite a las regiones con desventaja en generar sus propias tecnologías, acceso a adquirirlas e incorporarlas en sus procesos productivos.

Otro autor como Storper (1997) estudió la relación entre la innovación y proximidad geográfica y considera que mientras mayor sea el grado de complejidad y de conocimiento requerido mayor debe ser el grado de cercanía geográfica lo que reforzaría

las virtualidades de la perspectiva regional para los Sistemas de Innovación en cuanto resaltaría las ventajas de tomar decisiones en proximidad a los problemas que se tratan de resolver. Moulaert y Sekia (1999) enfatizaron en que los factores sociales e institucionales inciden en el desarrollo regional, destacándolos como: “relaciones de interdependencia no comerciales”.

Un buen ejemplo de desarrollo por aglomeración de recursos en proximidad lo obtenemos en el desarrollo experimentado por la zona de Cambridge (Reino Unido) en el periodo: 1980-2004 (Cooke, 2007; Garnsey y Heffernan, 2005).

Cambridge es un ejemplo de contexto de desarrollo basado en el conocimiento y casi exclusivamente en este recurso. Los gobiernos tanto central como local no tuvieron ningún protagonismo en el desarrollo de Cambridge. La zona presentaba una fuerte aglomeración de institutos públicos de excelencia en investigación que se complementaban con los centros de investigación de las universidades de Oxford y Cambridge. Esta actividad económica en los centros estaba principalmente vinculada a la I+D en electrónica, tanto de *software* como de *hardware*, servicio de computadoras, instrumentación científica y biotecnología.

Se van a dar fenómenos de *start-up* con origen en la universidad (muy fuerte en el boom de los 90) y más tarde en empresas ya instaladas, así como va a haber un proceso de atracción de empresas que se instalan en Cambridge (atraídas por el conocimiento así como por la calidad de vida que ofrecía).

En el 1985 ya había 300 empresas *high-tech* que daban trabajo a 16,000 personas y en el 2000, eran 1,200 las empresas que empleaban a 36,000 personas (Garnsey y Heffernan, 2005, p. 1130) representando el 11% del mercado laboral de la zona. Si en el 1998 el número de empresas establecidas cuya actividad principal es biotecnología de la salud eran 36, el número de empresas en este sector se había incrementado hasta 185 para el 2006 (Cooke, 2007, p. 154). Un hecho fundamental para explicar el desarrollo de Cambridge, fue el informe publicado por el profesor Mott, en el 1969, en el que recomendaba el establecimiento de un parque de la ciencia situado en o cerca de Cambridge. Supuso un punto de inflexión entendiendo que las industrias basadas en la ciencia eran aceptables en Cambridge (en contraposición a las de humo y chimenea). Anteriormente se entendía que para preservar el carácter de ciudad universitaria se debía

limitar su crecimiento y desanimar a la ubicación de empresas. Criterio aceptado por el gobierno como guía de planificación, como un hecho, a IBM se le impidió ubicar su sede europea de I+D en Cambridge (Castells y Hall, 1994, p. 144).

Las teorías generales sobre los SNI y los SRI, entienden que la innovación es sistémica y reconocen que el aprendizaje entre las empresas, las universidades y centros de investigación, entre otras instituciones, es continuo y se basa en sus procesos propios (Uyarra y Flanagan, 2009, p. 153). Autores como Cooke, afirman que las regiones no tienen que ser similares en su forma a los SNI. Cada región puede tener estructuras administrativas distintas que atiendan las necesidades particulares y estén dirigidas a apoyar la innovación. Cooke y otros (1997, p. 479) explican: “las características básicas que caracterizan a un estado pueden tener en ocasiones carácter distintivo en determinadas regiones”. Los sistemas regionales se justifican cuando cuentan con gobernanza regional de la innovación sea por especialización, geografía u otros lazos fuertemente establecidos (Howells, 1999).

Existe diferencia en los enfoques por parte de los teóricos sobre cuales componentes deben conformar los SRI. Las diferencias se basan principalmente en cuales instituciones deben formar parte y alcance geográfico de la región en particular. Las diferencias también las mantienen sobre los SI, por lo que debe incluirse en el análisis (Edquist, 1997). Por otra parte Keating (1998) plantea que la definición de región para efecto de análisis también ha tenido controversia por la imprecisión sobre la delimitación a que se refiere cuando se habla de la región. Sobre la delimitación, Cooke y otros (1997) añaden, que la definición de los SRI también puede ser imprecisa porque en lo referente al espacio geográfico que incluye una región, existe diferencias en los enfoques. En lo que los teóricos mantiene consenso es que el proceso de innovación surge como parte de un proceso de aprendizaje colectivo (Asheim y Gertler, 2005, p. 293). Añade Asheim y Gertler (2005) que el flujo de conocimiento que resulta de la interacción de los componentes tiene mayor resultado cuando están geográficamente cerca. Por otro lado, autores como Lundvall y Johnson (1994) llaman al aprendizaje regional cuando surge como parte de la cercanía y resulta en conocimiento tácito. Explican, además, que la transferencia del conocimiento tácito se adquiere en la relación cara a cara entre socios, cuando se establecen las normas y se crea el ambiente

institucional. Lundvall y Johnson, coinciden además, en que a través de la distancia esta relación e interacción resulta muy difícil. Señala Lam, (1998, 2000), que el proceso de aprendizaje colectivo, adquirir las destrezas requeridas y las rutinas intra o interorganizacional son formas de captar conocimiento. El entendimiento colectivo compartido entre los componentes del SRI, desarrolla códigos de conocimiento a los que Asheim (1999) y Lundvall (1996) llamaron, códigos locales. Esto explica la necesidad de la interacción y desarrollo de este entendimiento porque facilita la integración de las redes locales de aprendizaje entre los miembros (Asheim y Gertler, 2005, p. 294). Los cambios políticos e institucionales obligan al sistema de innovación regional a revisar su dinámica, además de los patrones de competitividad y desarrollo (Lerro y Schiuma, 2011, p. 20). La revisión incluye además de los activos tradicionales de una región como son la infraestructura, capital financiero y materia prima, deben considerar el rol de los recursos del conocimiento como la base de la competitividad (Lerro y Schiuma, 2011, p. 21). Según Sánchez y otros (2007, p. 474) este tipo de recursos, en referencia al conocimiento, es uno de los factores más importantes para el desarrollo social y económico de un país porque en la medida que este cuente con el mejor capital intelectual, tendrá mayor progreso.

El capital humano (*comprises*) como el conocimiento de los diferentes actores colectivamente contribuyen a los diferentes niveles de las actividades que se llevan a cabo en la región (Lerro y Schiuma, 2011, p. 21). Cooke y Memedovic (2003) destacan el aumento que está teniendo el reconocimiento por parte de las autoridades regionales de que el crecimiento económico y la competitividad regional dependen del apoyo a la capacidad endógena de las empresas locales para innovar (Lerro y Schiuma, 2011, p. 8). Según, Chaminade y Vang (2008) existen dos grupos de actores importantes en un sistema regional de innovación. Los primeros incluyen las empresas con los clientes y suplidores; y segundo, las instituciones de educación superior con sus institutos de investigación, agencias de transferencia de tecnología y organizaciones de adiestramiento vocacional. Los actores regionales que son por lo general especializados en un área del conocimiento, rara vez se les requiere recursos heterogéneos para la innovación exitosa (Lerro y Schiuma, 2011, p. 23). Sharma (2005) estudió la relación entre las redes y la relación organizacional encontrando tres tipos de (*centrality*) que son:

- 1) Grado que incluye número de nódulos de conexiones.
- 2) Entrelazados (*betweenness*) que incluyen la influencia sobre el flujo de las conexiones e indica los puntos de encuentro y las fallas que pueden ocurrir en los mismos.
- 3) Cercanía que incluye la distancia en los puntos de encuentro y si utilizan las vías más cortas de vínculo con los otros.

Estos tres tipos de elementos centrales destacan la importancia de establecer parámetros que permitan a las organizaciones desarrollar el máximo beneficio para los miembros de las redes. Añade Sharma (2005) que mientras más cercanos sean los vínculos o las distancias, entonces la información será más precisa, a tiempo, y tendrá mayor certidumbre que una a mayor distancia que puede traer distorsión en la información y lentitud en el flujo.

Uyarra y Flanagan (2009, p. 155) coinciden en que las SRI pueden considerarse un concepto ambiguo por las múltiples interpretaciones del mismo. Como no hay consenso entre los distintos autores sobre la definición, hay que determinar si utilizar el término SRI puede incluir a todos los casos o a un número limitado de regiones (Uyarra, 2009, p. 156). Autores como Bunnell y Coe (2001) plantearon que las regiones tienen sistemas de innovación de alguna clase aunque difieren en sus características. Sobre este planteamiento coinciden Sharif (2006), Bunnell y Coe (2001) cuando explican que los países tienen algún sistema de innovación independientemente de sus características, nivel de desarrollo, eficacia y resultado, incluyendo los países en vías de desarrollo.

Cooke y otros (2000) menciona que el proyecto de *Regional Innovations Systems* (REGIS), desarrollado por la Unión Europea, encontró, al utilizar una descripción amplia de lo que son las SRI en Europa, de once regiones evaluadas sólo cuatro cumplen con la descripción las cuales son: Gales, Baden-Württemberg, País Vasco y Estiria. Este resultado muestra la diversidad en las interpretaciones que son derivadas de los SI, y que son utilizadas por las regiones.

Uyarra (2009) señaló que dentro de las diferencias conceptuales, paradigmas metodológicos y niveles de análisis diferentes para los SRI, hay factores explicativos distintos. De la literatura no surgen fundamentos claros para los SRI y sí una mezcla de

distintos razonamientos (Doloreux, 2002). Uyarra (2009) añade que la consecuencia de esto es que al no haber claridad en las ideas, las políticas que se establecen por los países y las regiones derivadas de estas ideas adolecerán igualmente de claridad. Autores como De Brujin y Lagendijk (2005, p. 1155) señalaron: “parece que hay tantos modelos ideales de SRI, explícitos o implícitos, como aplicaciones de las políticas”. Además, añaden a los anteriores que escoger selectivamente el hablar de innovación y desarrollo explica la aproximación de los SRI en la elaboración de políticas.

La Unión Europea reconoce la actitud competitiva de las regiones y a través de los fondos estructurales en conjunto con financiación nacional y regional impulsan los trabajos de agencias regionales, centros de transferencia tecnológica, entidades de formación, empresas de consultoría y servicios para la innovación (Uyarra, 2009). A estas entidades anteriores, Lagendijk y Cornford (2000) los llaman “industria del desarrollo económico regional”.

La interacción de estas organizaciones crean formas de capacitación y redes que desarrollan las capacidades regionales únicas y permiten la propagación del conocimiento en la comunidad (Lagendijk y Cornford, 2000). Lagendijk (2001) reaccionó al cambio en la organización de la comunidad académica relacionado a los estudios que desarrollan los cuales son más prescriptivos y estratégicos. Esto lleva el mensaje a los que establecen las políticas regionales, que las regiones pueden provocar cambios al establecer políticas sistémicas y específicas para que el sector público pueda promover y facilitar el desarrollo. El SRI requiere adoptar políticas específicas que facilite e incluya el uso de los componentes, las instituciones, y que considere, además, las interacciones entre los autores y las políticas (Amin, 1999, p. 366). Markusen (2003) indicó que el resultado de la investigación regional debe trasladarse a normativas claras que ofrezcan dirección y promoción a los SRI. Por otro lado, las normativas que se establezcan en la región que surjan como resultado de conclusiones de estudios particulares y propios de la misma región, pueden presentar un problema de que se conviertan en los que Storper (1997) y De Brujin y Lagendijk (2005) llaman: “prescripciones generales para el desarrollo regional.” Por esto las regiones deben utilizar sus experiencias como únicas y aunque se utilicen como referente, deben ser adaptadas considerando las características de cada región. Lambooy y Boschma (2001) presentan otro elemento a considerar al momento de

establecer normativas en la región y es la capacidad de los encargados políticos de ver las oportunidades y la evolución, al momento de formular políticas para influir el sistema económico. Por otro lado, Bunnell y Coe (2001) indican que las teorías de SRI pueden sobre valorar el espacio de decisiones de los responsables políticos de la región y cuál puede ser el nivel discrecional al momento de establecer las políticas regionales y el poder determinar los recursos para proyectos e iniciativas de interés particular.

Una cuestión clave en relación con la definición y diseño de los SRI, viene dada por la necesidad de coordinar los comportamientos de los diferentes actores nacionales o supranacionales cuyas actividades tecnológicas tienen efectos en el entorno regional y los posibles resultados tienen implicaciones en otros niveles del entorno. Perry y May (2007) explican que las regiones deben identificar las funciones que pueden desarrollar en coordinación con el ámbito nacional. La coordinación entre la región y el nivel nacional limitaría la duplicidad de esfuerzos y la utilización de recursos. Entre las alternativas que presentan los autores está que las regiones puedan establecer sociedades con los componentes del ámbito nacional a la hora de plantearse las prioridades. De esta manera colaborativa se podrían diseñar determinadas políticas que puedan afectar a la región en las áreas de ciencia, de innovación, creando instituciones científicas nacionales y financiando proyectos de científicos. Las políticas de desarrollo económico que se elaboren en conjunto pueden tener distinta repercusión dentro de la misma región o entre regiones (Stenberg, 1996). Otro escenario para crecimiento en las regiones es promoviendo el desarrollo de plataformas estratégicas en que las políticas que se implementen aporten al progreso nacional, como por ejemplo: políticas de proyectos piloto o experimentales (Uyarra, 2009). Por otra parte, Cooke (1992) considera importante que el análisis y la formulación, a nivel regional, que forman parte de una idea dirigida al desarrollo, es el SRI. La región es vista como la clave para la innovación porque la naturaleza de la innovación es social, porque agrupa y localiza destrezas, conocimiento, aprendizaje, instituciones públicas y privadas, junto a otros recursos que surgen de la región (Feldman, 1994; Audreschtsch y Feldman, 1996). Cooke (2001) planteó que la información puede ser transmitida a la distancia, pero no el conocimiento que incluye la interacción cara a cara.

Como sistema social los SRI son sistemas abiertos en constante interacción con redes de innovación de otras regiones, nacionales e internacionales (Cooke, 2001). Añade Cooke (2001) que las empresas multinacionales pueden ser claves en el desarrollo de las regiones en países subdesarrollados. La razón es por ser menos metropolitanos que otros países, por lo que serán más orientados a la producción que en los países desarrollados, por lo que podría no integrarse la llamada economía del aprendizaje, como estilo de interacción.

La definición según Cooke (2001), sobre los SRI, indica que esta no puede ser rígida porque le pueden aplicar muchos tipos de operaciones que por ser genéricas no pueden ser distinguidas entre sistema de innovación o no sistema sea de innovación o regional. Explica además, que los canales y flujo de procesos son importantes para todo análisis que se realice de un sistema. Para estos propósitos el conocimiento científico, tecnológico, financiero, regulatorio de tipo organizacional que como consecuencia logren innovación constituyen flujo (*flow*) (Csikszentmihalyi, 1990).

2.4. LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN.

La perspectiva sistémica que mantenemos para explicar el fenómeno de la innovación nos obliga a identificar aquellas instituciones que van a conformar el Sistema de Innovación de un país. Repasaremos las instituciones que conforman los SI en cualquier contexto económico a partir de las que nos enumera la literatura económica que acabamos de repasar. Interesa tener presente que las instituciones no son sino un conjunto de instrumentos encargados de dinamizar la actividad de innovación de un contexto determinado de manera que las que enumeramos responden de una manera estándar al diseño institucional que la propia experiencia en el terreno de la innovación ha ido consolidando, pero debemos insistir en que lo relevante es conseguir los objetivos que tiene encomendados el sistema ciencia tecnología: impulsar la dinámica de innovación del marco al que pertenece, por lo que la tipología de instituciones que deba tenerse en cuenta en cada contexto concreto puede variar por cuanto lo que nos debe interesar es tener en cuenta aquellas que estén desarrollando actividades de interés tecnológico. Nuestra propuesta se plantea haciendo un recorrido por todas aquellas instituciones de la

economía de Puerto Rico susceptibles de desempeñar actividades de interés tecnológico. Nos vamos a encontrar con que algunas de ellas no tienen significación tecnológica, pero un repaso institucional exhaustivo nos permitirá evitar el que dejemos de tener en cuenta actividades tecnológicas que puedan estar llevándose a cabo.

- Universidades
- Centros de Investigación Públicos
- Centros Tecnológicos Privados o Mixtos
- Empresas
- Parques Tecnológicos
- Capital riesgo
- Estructuras de interface
- Organismos encargados de diseñar las Políticas Científicas y Tecnológicas

A. Centros de Enseñanza Superior (Universidades)

Un componente esencial para determinar la eficacia interna del sistema por su influencia en la capacidad de asimilación y absorción de nuevo conocimiento. Son instituciones clave como fuente de recursos humanos capacitados, como fuente de recursos cognitivos que utilizar para llevar a cabo proyectos de innovación. Se trata de las instituciones que llevan a cabo principalmente la investigación básica y, por tanto, aquellas que van a conformar el conocimiento soporte para los estadios superiores. Determinarán, también, las posibilidades de fondo de la economía: aquellas actividades en que se podrá participar y el grado de profundidad en que se podrá hacer. Los contextos regionales españoles ofrecen elevados porcentajes de la enseñanza superior en las actividades de I+D, pero habría que decir que esos porcentajes indican no tanto la fortaleza de las Universidades en la investigación como, sobre todo, la debilidad en los otros componentes sobre todo el sector empresarial.

Las universidades son consideradas como instituciones importantes por la actividad colectiva que realizan y su aportación a la sociedad del conocimiento (Mailhot y Schaeffer, 2010, p. 340). Las universidades contribuyen al crecimiento económico de los países y no únicamente preparando personas y apoyando las actividades para la

diseminación de conocimientos. En los países desarrollados y en vías de desarrollo el énfasis de las universidades está en cómo pueden servir a las empresas en el flujo de información relacionadas a las investigaciones producidas. (Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009, p. 311). El que un país cuente con excelentes universidades, pero que sus investigadores académicos no promuevan las interacciones o conexiones con los diferentes elementos de sistema de innovación no producirá resultados sistémicos. (Lundvall y Tomlinson, 2002, p. 216). Según Nelson (1993) indica que las universidades son actores críticos en un sistema nacional de innovación. Se consideran actores críticos porque su aportación afecta la creación, desarrollo y difusión de las innovaciones (Mowery y Sampat, 2005, p. 212). Añade Nelson (1993), que lo que distingue a los países con importantes empresas competitivas y con innovación efectiva es el sistema educativo y el adiestramiento que proveen las personas con el conocimiento y las destrezas que necesitan las empresas. Busch (1945) indica que la contribución que hacen las universidades a través de la investigación básica debe contar con amplio financiamiento porque esto promueve la innovación en una forma lineal. Añade Busch (1945) que una de las fallas del mercado como supuesto promotor es que no fomenta la investigación académica básica.

Las universidades enfrentan hoy, un gran reto y presión por parte de los gobiernos en los países desarrollados para que adapten sus misiones, políticas y actividades de investigación científica como resultado de las limitaciones económicas actuales (Mailhot y Schaeffer, 2010, p. 339).

Michael Gibbons (1994) desarrolló una investigación conocida como *Mode 2*, basado en las características del sistema de innovación y el incremento en la interacción entre los actores institucionales y las redes participantes en este proceso. Los resultados de la investigación reflejaron el aumento en la escala de estas actividades por la diversidad del conocimiento requerido en la investigación científica (Gibbons y otros 1994). Añade que el SI es una red interdisciplinaria y pluralista. Señala que la investigación *Mode 2* muestra un incremento en la colaboración interinstitucional y destaca la cantidad de académicos que participan en las investigaciones. El marco de referencia de estudio no infiere que el rol de las universidades disminuya en su

participación de las investigaciones, sino que la participación de los colaboradores sea más diversa (Gibbons y otros, 1994).

La innovación es un proceso interactivo que se diferencia en términos de las instituciones de un país y los patrones de especialización. En esas diferencias de interpretar el concepto se entra al debate del rol de las universidades en el SNI (Lundvall, 2007). Existen dos retos para el trabajo de un SNI para el logro del crecimiento económico y desarrollo que son: promover los aspectos de creación de competencias a través de la educación formal y de las organizaciones de aprendizaje; y analizar cómo se alcanzará el desarrollo económico a través de las consideraciones sociales y esto a su vez condiciona la creación de las competencias medulares (Lundvall y Tomlinson, 2002, p. 218). Añaden Lundvall y Tomlinson (2002) que el elemento más importante de un SNI, es la capacidad de aprendizaje de las personas, las organizaciones y las regiones. El gobierno tiene como parte de su responsabilidad financiar las actividades de la universidad para que esta persiga su función social de enseñanza y de producción del conocimiento (Mailhot y Schaeffer, 2010, p. 341). Por otra parte, se cuestiona la productividad de la universidad en cuanto al gasto con fondos públicos para investigación y desarrollo, además del cuestionamiento sobre el límite que debe tener el mismo (Vavakova, 1998, p. 219). Esta tendencia causó cambios en políticas de tecnología provocando el aumento en la colaboración pública y privada en forma más activa a través de laboratorios públicos, desarrollo de competencia global y propiedad intelectual global entre otros (OCDE, 1999, p. 47). Según Mailhot y Schaeffer (2010, p. 343) esto ha provocado que las universidades perdieran lo que llamaron el “monopolio de la producción del conocimiento” beneficiándose los centros de investigación y laboratorios industriales entre otros. Añaden que la ciencia no está organizada entre disciplinas y tampoco está limitado su acceso a una comunidad o a pares lo que representa que las universidades están en competencia con las empresas en el negocio de la creación, difusión y promoción del conocimiento. Rip (2002, p.126) indica que las nuevas reglas establecidas sobre la administración de las ciencias no están limitadas al contexto académico, por lo que las universidades deben crear nuevas alianzas con los actores políticos y sociales.

Una vertiente que expone la universidad a vincularse a los otros sectores es parte de la llamada innovación abierta. La innovación abierta enfoca su atención en identificar y utilizar nuevas ideas más allá de los límites de la organización (Fabrizio, 2008, pp. 134-156). La innovación abierta y el intercambio de activos para la innovación están protegidos por acuerdos de propiedad intelectual crecientemente utilizados por las universidades. Según Gambardella y Panico (2014) la apertura de la innovación tiene la tendencia, a que una de las partes ejerza mayor poder al momento de las decisiones. Añaden que esta relación de poder, limite el que la innovación abierta posea mayor acogida. La creación de valor de las nuevas tecnologías proviene a la innovación a través de la comercialización, mercadeo y distribución. Señala Fabrizio, que las universidades europeas no están tan activas en la creación de patentes como lo están las universidades norteamericanas. Añade Fabrizio (2008) que las áreas de mayor actividad en patentes de las universidades de los Estados Unidos son en las áreas de biotecnología y de farmacéutica. El proceso de innovación abierta en el sector de las farmacéuticas hacia las universidades en los EE. UU. ha causado un incremento en la presentación de patentes por parte de las universidades. Según Fabrizio (2008), el resultado del cambio ha sido un incremento entre el 1975 de 2,6%, de las patentes para el 1995 alcanzó el 8,6%.

La definición estrecha del SNI presenta altas expectativas, en las posibles mejoras, para la relación universidad- industria a manera de contribuir directamente a la innovación. Esta mirada estrecha del SNI descansa en protagonistas principales y secundarios cuando excluye como parte de los principales al gobierno. En los países en desarrollo se crea un problema cuando se estimula la innovación en sectores de baja tecnología con el propósito de absorber graduados de las universidades en la industria, y esto se traduce en problemas de idiosincrasia en la población participante (Srinivas y Stuz, 2008). Según Bodas, Argou y de Paula (2013) la experiencia en regiones es, que cuando han desarrollado colaboración con los recursos de las universidades en las facultades de ingeniería, los resultados en mejoramiento de procesos y productos han sido significativos.

El rol de las universidades es muy importante en la economía contemporánea porque estas cuentan con la capacidad de formar a los trabajadores desde las funciones básicas hasta la las actividades de investigación aplicada (Mowery y Sampat, 2005, p.

233). Añade Mowery y Sampat (2005) que la universidad debe definir sus objetivos a la hora de insertarse en el SI. Según Aranguren y otros (2012, p. 276) el rol de la universidad debe presentar un interés en el desarrollo económico local y regional a través del crecimiento de la investigación para contribuir en su entorno. Entre los roles que la universidad ejecuta, la cooperación, que incluya los agentes privados del mercado, y la participación del gobierno en el diseño y evaluación de las políticas públicas (Aranguren, 2012, p. 278). Sobre la evaluación, Mowery y Sampat (2005, p. 234) señalan que la ausencia de indicadores de evaluación limita la activación de políticas gubernamentales que potencien el desarrollo de un SNI. Añade Aranguren y otros (2012) que la investigación universitaria no debe limitarse a la creación de productos, sino al desarrollo de metodologías que formulen preguntas que sirvan al ambiente de la innovación para crear nuevas maneras de atender las necesidades del mercado.

Las universidades por la naturaleza de sus actividades, mantienen retos constantes y diversos. Desde finales del Siglo XX al presente, los países se han esforzado con mayor empeño que antes en la historia en proveer recursos para la educación de sus ciudadanos, reconociendo la importancia de esta, como uno de los pilares para el desarrollo económico y social. Las universidades como componente del sistema educativo y responsable en la formación profesional de sus alumnos, presenta retos particulares. Los principales de estos son:

1) Falta de financiamiento

La falta de financiamiento por parte del gobierno muestra una tendencia a la privatización de la educación superior en los países en desarrollo. Esto se produce sin que existan adecuados controles de calidad de la enseñanza. (Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009). La educación superior depende de los presupuestos públicos. En años recientes los presupuestos atienden otras prioridades para justificar su supervivencia.

2) Falta de recursos: presión para estrechar vínculos con la industria.

La privatización es una de las respuestas a la demanda de crecimiento. El aumento en los costos universitarios ha provocado que las universidades vendan sus conocimientos a las empresas privadas. Esto estimula la creación de parques industriales administrados por las universidades u otras unidades y oficinas de

alianzas para transferir el conocimiento de las universidades a la industria. (Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009, p. 318).

3) Fuga de talentos y movilidad internacional de estudiantes

La UNESCO (2007, p. 33) define movilidad de estudiantes internacionales como “Aquellos que estudian en un país extranjero en donde ellos no serán residentes permanente”. Desde el 1975 la UNESCO lleva estadísticas de la movilidad estudiantil internacional y el incremento fue de 800,000 en el 1975 a 2,7 millones en el 2005.

4) Falta de demanda para los más educados

La falta de puestos de empleo para los que poseen educación superior provoca que los administradores de los presupuestos no vean la razón para invertir más dinero en la educación superior. El Banco Mundial, en su informe 2002, midió los niveles de desempleo entre los graduados y encontró 35% en Sir Lanka y 22% en Nigeria. (Brundenius, Lundvall & Sutz, 2009, p. 324).

Los países deben esforzarse por ubicar como prioridad el desarrollo del sistema universitario innovador. Los SNI mantienen un dominio sobre los sistemas universitarios (Brundenius, Lundvall y Sutz, 2009, p. 325). Esto representa que las investigaciones académicas y los graduandos no puedan movilizar ese conocimiento para propósitos de desarrollo particular por el vínculo con las empresa y el gobierno (Lundvall, 2009). Señala Lundvall (2009) que las universidades son una fuente de recursos y habilidades que pueden utilizarse para desarrollo.

La investigación universitaria puede vincularse e interactuar con grupos externos de interés. Esto se debe, a que la universidad no es vista necesariamente como un competidor, por el contrario se percibe a la universidad como un colaborador. Como resultados de sus iniciativas al presente se conceptualiza la universidad emprendedora (*entrepreneurial*) que puede interactuar y trabajar con todos los sectores de la sociedad (Lundvall, 2009, p. 326). Añade Lundvall (2009) que la globalización ha logrado universidades más universales, y aunque su función es diferenciada es una parte importante del SNI.

El aumento en el contenido científico de la tecnología refuerza el papel de las universidades para la consecución de los objetivos de innovación. Las nuevas tecnologías

como nanotecnologías, biotecnologías, se construyen en base a principios científicos que servirán de punto partida para las aplicaciones prácticas que se consigan (Viale y Etzkowitz, 2010).

B. Centros Públicos de Investigación.

Nos podemos encontrar con una tipología muy amplia de organismos. Desde aquellos que trabajan a niveles de investigación básica. Articularían la política científica del gobierno apoyando aquellas áreas que pueda considerar de interés. La investigación básica se lleva a cabo, fundamentalmente, en el marco de las universidades, pero es evidente que esos esfuerzos pueden ser insuficientes o no estar afectos a determinadas áreas temáticas que puede ser interesante promover. A través de los centros públicos de investigación se impulsa la investigación en áreas temáticas de interés y que las Universidades se estima no cubren suficientemente. Será habitual en aquellas áreas en que la investigación es particularmente costosa por el instrumental que utiliza, por la necesidad de concentrar determinado volumen de recursos. En España el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), constituye un ejemplo de red de instituciones de investigación pública que tratan de impulsar la investigación básica y aplicada en distintas áreas del conocimiento que se consideran de utilidad para la economía del país y que debe complementa la investigación que realiza la universidad. En la red de institutos que conforman el CSIC cada uno de ellos se articula en torno al desarrollo de temáticas concretas. También el País Vasco, nos ofrece un buen ejemplo de estrategia de innovación que tiene en cuenta el desarrollo de centros dedicados a la investigación, básica/aplicada en campos de interés para el desarrollo económico. Los autores Javier Bilbao y Vicente Camino, nos describen la tipología de centros impulsados desde el gobierno para el desarrollo de conocimientos de interés para el impulso de sectores de alto contenido tecnológico. Unos centros que se han diseñado buscando la excelencia y que responderían a dos modelos distintos:

- Centros de investigación básica y de excelencia.
- Centros de Investigación Cooperativa (C.I.C.).

Los primeros tratan de aprovechar la existencia de recursos científicos de excelencia en determinadas áreas para hacerlos visibles y potenciar su utilización para el desarrollo de un soporte de conocimiento básico que pueda tener interés tecnológico y económico para nuestra comunidad. Citaríamos, el *Donostia International Physics Center*; el *Basque Centre for Applied Mathematics*; o el *Basque Centre for Climate Change*.

Los Centros de Investigación Cooperativa, por otro lado, se corresponden con iniciativas recientes del Gobierno vasco para desarrollar la investigación de base en determinados ámbitos de conocimiento, de alto contenido científico, a través de la dotación de una serie de infraestructuras en las que desarrollan actividades de investigación en base tanto a sus propios recursos, como a los que aportan los distintos agentes asociados al centro para el desarrollo de sus propios proyectos normalmente más aplicados. Se trata de infraestructuras científica de enorme utilidad para apoyar la investigación en aquellos campos de producto en los que el desarrollo tecnológico reclama un soporte científico muy potente y que se ponen a disposición de, principalmente empresas, para que lleven a cabo sus proyectos (Bilbao y Camino, 2011, pp. 102-104).

C. Centros Tecnológicos Privados o Mixtos

Se trata de Centros que suelen presentar alguna diferencia respecto a los Centros Públicos en el sentido de que se trata de instituciones que van a presentar una vocación más aplicada en sus investigaciones. Pueden tener un origen diverso entre los que suele estar la iniciativa de las propias empresas de un contexto concreto que tratan de dotarse de una infraestructura tecnológica que necesitan para desarrollar sus actividades. Van a conformar el soporte de investigación más interesante para las empresas en cuanto que se configuran, normalmente, para atender a las necesidades de éstas. Suelen obedecer a una intencionalidad clara de apoyar e impulsar las actividades tecnológicas en determinadas áreas de actividad. Se trata de poner a disposición de las empresas unos recursos tecnológicos que de otra manera no podrían articularse en el seno de una empresa concreta. De particular interés en contextos de pequeña y mediana empresa en que las

actividades tecnológicas tienen que ser, desde el punto de vista de cada empresa concreta, muy selectiva como consecuencia de la escasez de recursos. A través de los centros se pone a disposición de las empresas de un contexto una serie de recursos que les puedan interesar para su evolución tecnológica. Una actuación, de desarrollo de centros tecnológicos, que cobra sentido a medida en que se concentra mayor volumen de actividad en determinadas ramas de producto. El protagonismo del sector público en estas instituciones será relevante en mayor medida en que más débil sea el entramado empresarial y tecnológico del contexto.

La economía vasca nos ofrece un buen ejemplo de la importancia de este tipo de centros para servir de soporte para el desarrollo tecnológico de las empresas del país.

Dos grandes plataformas tecnológicas como son; la fundación Tecnalia y la Alianza IK4, agrupan 13 centros tecnológicos especializados, en los que trabajan 2,628 investigadores (Bilbao y Camino, 2011, pp. 106-107).

D. Empresas.

Las empresas son las protagonistas en los procesos de desarrollo y de implantación de las diligencias de innovación. La innovación en las empresas incluye la adaptación al mercado considerando el conocimiento, las destrezas y capacidades del capital humano y cómo estos contribuyen a la presentación y al posicionamiento de productos, servicios, procesos y tecnologías productivas. (Jonsson, 2000, p. 107).

Son las instituciones que van a llevar a cabo la actividad de I+D esta materializándola en nuevas soluciones de producto y de proceso. La I+D empresarial culmina los esfuerzos de todo el sistema, de manera que la existencia de I+D empresarial estará identificando coherencia en los esfuerzos que se hacen a distintos niveles.

Las empresas, a través de distintos mecanismos y fuentes van a desarrollar los conocimientos que van a poner en juego para llevar a cabo sus actividades de innovación.

Utilizará diferentes fuentes que se le ofrecen y que tendrían los siguientes orígenes:

1) Actividad de I+D interna.

Debemos afirmar que sin I+D interna no hay innovación en relación a la generación de la novedad. La I+D interna va a proporcionar enormes virtualidades desde el punto de vista creativo por cuanto no sólo nos proporciona un resultado técnico determinado, sino que nos va a permitir acumular información relativa al campo de estudio a que hace referencia y que va a proporcionar una posición competitiva más favorable para las empresas que la realizan. La tarea de I+D me permite obtener productos y subproductos de información, conocimientos que están alrededor del campo de producto que estudiamos y que van a tener un indudable interés creativo.

2) Desarrollo de procesos de aprendizaje

Esto se refiere al conjunto de conocimientos obtenidos a través de la práctica (utilización) de un determinado modelo productivo-organizativo. Se trata de un cuerpo de conocimientos enormemente relevante para determinar la posición económica de la empresa porque hace referencia a los conocimientos relativos al funcionamiento de los procesos productivos que maneja (entendiéndolo en sentido amplio: proceso productivo y relaciones de cooperación con otros agentes).

3) Adquisición de la información en el exterior (el contexto científico-técnico).

El contexto científico-técnico de una empresa vendrá determinado por el conjunto de instituciones y personas que estarían en condiciones de proporcionar información tecnológica de interés para la misma. Una fuente absolutamente fundamental porque ninguna empresa va a estar en condiciones de desarrollar internamente la información tecnológica que estará interesada en manejar. La concepción sistémica del proceso de innovación nos obliga a entender que el conocimiento que construye una innovación será fruto de las aportaciones de distintas instituciones que se relacionan y nos explican la

novedad generada por una empresa. Las fuentes externas constituye una fuente fundamental, y a partir de la cual se planteará la I+D interna que consiga la innovación. Las fuentes externas y los elementos relacionales serán fundamentales para cualquier empresa. Cualquier unidad de creación, desde luego empresa, deberá participar en redes relacionales que le permitan acceder a información de interés para sus objetivos de innovación.

La ausencia de I+D empresarial indicará bajo grado de coherencia o ausencia de esfuerzos. Interesa una visión sistémica que señala la necesidad de conjugar múltiples esfuerzos en una dirección determinada. El fallo en alguno de los niveles provoca la inutilidad del resto de los esfuerzos. Cuanto más débil es un Sistema de Innovación, menor es la importancia de la I+D empresarial (habrá menos esfuerzos) y mayor suele ser la concentración de actividades tecnológicas en unas pocas empresas y en unas pocas ramas de producto.

E. Parques Tecnológicos.

Los países que buscan agrupar los esfuerzos de innovación organizan lugares donde se lleve a cabo la convergencia entre sectores, principalmente las empresas, las universidades y el gobierno. Estos lugares se denominan parques de ciencia y tecnología. La organización o arreglos de participación de los componentes de los parques varían por país y por región. Según la *International Association of Science Parks*, un parque de ciencia se caracteriza por ser: "...una organización administrada por profesionales especializados que su principal ayuda es aumentar el bienestar de sus comunidades a través de promover la cultura de la innovación y la competitividad de sus negocios asociados y las instituciones basadas en conocimiento...".¹² Otros autores como Sharif y Ahmed (2006), en su estudio sobre economías en desarrollo, utilizan la definición de parque tecnológico como aquel que: vincula la universidad; instituciones de educación superior e instituciones de investigación; que provee infraestructura y apoyo a los servicios de formación y crecimiento del conocimiento basado en los negocios y otras instituciones; que logra una función gerencial que activamente vincule la transferencia de

¹² Recuperado en: <http://www.iaspworld.org/information/definitions.php> 2000

tecnología y las destrezas de los negocios con las organizaciones en el lugar; y alcanza la función de desarrollo económico.

F. Capital de Riesgo

El capital de riesgo es un elemento importante en la innovación porque provee recursos económicos que permiten financiar los procesos de innovación. El término capital de riesgo se utiliza en los Estados Unidos desde el 1911(Landström, 2007, pp. 10-11). Añade Landström (2007) que en la práctica la financiación del riesgo se lleva a cabo desde tiempos muy antiguos, y que fue en la ciudad de Boston en Massachusetts, donde se organiza la primera firma de capital de riesgo en los EE.UU. Señala Landström, que se reconoce al banquero Ralf Flander, como el creador de la primera firma y la idea surge ante la ausencia de inversionistas para la creación de una nueva empresa. El autor Klonowski (2010, p. 2) define capital de riesgo como “el capital provisto a la empresa privada para ayudar a acelerar el desarrollo de la firma a través del capital y ampliar los servicios de apoyo a la empresa”. La formación de organizaciones que se dedicaron a proveer fondos para las empresas emergentes fue en incremento. Para el 1989 en los EE. UU. se habían establecido sobre 700 firmas de capital de riesgo, con un capital de \$30 billones (Bygrave y Timmons, 1992, en Landström, 2007, p. 12).

La importancia del capital riesgo deriva de la importancia de disponer de recursos financieros para el desarrollo de actividades de innovación y, sobre todo, para su industrialización y comercialización. Las empresas pueden encontrar dificultades para financiar sus actividades corrientes o los proyectos de inversión en la ampliación de sus plantas de producción o de su red comercial, pero esa dificultad es mayor cuando se trata de emprender actividades nuevas o desarrollar nuevos productos y lanzarlos al mercado. Por lo tanto, la actividad innovadora va a depender de la capacidad y disposición de las empresas para asumir el riesgo financiero asociado y también de la existencia de un sistema financiero capaz de acompañar esas actividades que entrañan novedad y riesgo. Esto conduce a la adopción de nuevos modelos de financiación como las *joint ventures* entre empresas o la constitución de sociedades de capital riesgo. Cuando el sistema financiero privado no genera este tipo de instrumentos que facilitan la inversión

innovadora, es probable que el dinamismo industrial y tecnológico se vea afectado, por ello, el sector público puede asumir un rol esencial en la provisión de ese factor clave para la innovación, que son los recursos financieros.

Los instrumentos tradicionales usados por los gobiernos han sido las subvenciones a fondo perdido, bonificaciones al tipo de interés, participación en la financiación entre otros, pero su incidencia es muy limitada. También se han creado sociedades de participación en el capital que algunos llaman de capital riesgo o de desarrollo.

G. Estructuras de interface.

Se trata de estructuras dinamizantes de los flujos de información o de la colaboración entre instituciones de manera que se dedicarían de manera explícita, ese sería su cometido, a hacer circular la información, favorecer los contactos y la difusión de los resultados y ayudar al establecimiento de esas relaciones de colaboración.

Las perspectivas estrechas, por parte de los países, al abordar los retos de la innovación se encuentran usualmente recogidas en los esfuerzos de ciencia, tecnología e innovación, que son importantes, pero dejan fuera las experiencias colectivas, sociales y de impacto nacional (Jensen y otros, 2007). Desde una concepción sistémica de la innovación es imprescindible integrar todos los esfuerzos de investigación no sólo entre ellos, sino con el mercado y el sistema productivo. Los mecanismos de interface son fundamentales para facilitar la circulación de conocimientos entre instituciones. Según Jonsson (2000, pp.113-114) la interface se produce a base de la relación de los contactos (*outsourcing*) que se desarrollen y de esta manera se potencia el que la empresa reciba insumos que aumenten la capacidad de innovación. Añade Jonsson (2000) que debe ser una decisión estratégica el incorporar la interface o el rol como parte del sistema de innovación porque realizar esta incorporación aumenta el valor de mismo sistema y potencia su eficacia.

El caso español nos proporciona un ejemplo de instituciones de interface en la red OTRI que ha funcionado en todas las Comunidades Autónomas como estructura de enlace entre el entorno científico de las universidades y el entorno tecnológico de las

empresas. El problema es que promueve únicamente la colaboración universidad-empresa, con unos resultados bastante mediocres, pero no es así en lo relacionado a la colaboración entre empresas.

H. Organismos diseñadores y ejecutores de las Políticas Científicas y Tecnológicas.

La actividad del gobierno y de los diferentes niveles de la administración constituye un elemento activo esencial en la configuración de los Sistemas de Innovación. Unas actividades que cubrirá distintos ámbitos: fondos para financiar actividades de I+D; establecimiento de prioridades e incentivos; regulación del marco para las actividades científico-técnicas; creación de infraestructura tecnológica; organizador y dinamizador del sistema.

La creciente complejidad de la tecnología, en un marco de cambio técnico cada vez más rápido, consecuencia de la mayor competencia y el aumento generalizado en los esfuerzos de investigación en todos los países, hace más exigente el funcionamiento del Sistema de Innovación que constituya la base del progreso tecnológico de un territorio. La mayor complejidad del conocimiento tecnológico acentúa el protagonismo de todas aquellas tareas que tienen que ver con la generación de conocimiento como educación, investigación básica, investigaciones aplicadas, que deberán ser atendidas por el estado por cuanto para las empresas no van a ser actividades rentables a corto plazo (Viale y Etzkowitz, 2010). Desde la perspectiva sistémica que mantenemos, no menos importante será la coordinación necesaria de los esfuerzos de todos los agentes que trabajan en el sistema para conseguir una coherencia en su comportamiento que pueda conseguir los objetivos que se pretenden. Unos argumentos que reclaman la necesidad de establecer una estrategia de innovación, marcar las líneas tecnológicas a seguir, que impulse la dedicación de recursos a la creación de conocimiento y que los ordene en la dirección buscada. En la nueva economía del conocimiento, el protagonismo del estado en materia tecnológica es fundamental (Narin, Hamilton y Olivastro, 1997). Pero el protagonismo de las instituciones de gobierno tiene, un papel fundamental que cumplir en el terreno de la educación. El nuevo contexto de la sociedad del conocimiento nos define un protagonismo creciente de la educación. El funcionamiento del aparato productivo va a

reclamar una población mejor formada capaz de sustentar una actividad económica que reclama mayores cualificaciones para su funcionamiento. Obsérvese que los recursos educativos que se desarrollen deberán ser coherentes con la composición cognitiva de las soluciones tecnológicas de los campos de producto en que estemos interesados en participar.

Una circunstancia habitual con la que nos podemos encontrar en materia de política tecnológica es que la gestión de las actividades tecnológicas, van a estar repartidas entre diferentes instancias. En el caso de Puerto Rico tenemos una primera instancia que constituye el Gobierno de los EE.UU., una segunda instancia que viene determinada por el Gobierno de la Isla y distintos organismos locales que también participan en el impulso de medidas de impulso tecnológico. Como analizaremos más adelante, en Puerto Rico nos vamos a encontrar con distintas agencias locales de fomento a la innovación, que van a ser organismos de apoyo a los proyectos e iniciativas innovadoras que se desarrollan en el marco de un ámbito local, utilizando normalmente recursos que facilita el gobierno, que tienen la ventaja de trabajar en proximidad con los agentes que impulsan los proyectos innovadores permitiendo una toma de decisiones más eficaz, pero que pueden plantear el problema de falta de coherencia con la política tecnológica general que se pueda aplicar en el conjunto de la Isla. El gobierno del estado tiene la misión fundamental de unificar los esfuerzos de investigación que se llevan a cabo en el conjunto de las instancias del territorio.

La tarea de coordinación de esfuerzos no es en absoluto sencilla si tenemos en cuenta que hay que dar coherencia y eficacia a un conjunto de actuaciones que se implementan a distintos niveles: EE.UU., nacional y local en los que distintos organismos están tomando decisiones con intereses y objetivos distintos.

Capítulo III.

El Sistema de innovación de Puerto Rico

3.1. LA ECONOMÍA DE PUERTO RICO

Según Villamil (2013), al presente, Puerto Rico se encuentra en una crisis económica como resultado del agotamiento del modelo económico utilizado desde 1950 y su incapacidad para generar empleos y las consecuencias abruptas del advenimiento de nuevas realidades que descritas por el uso de la tecnología y automatización de procesos reducen la necesidad de mano de obra.¹³ Añade Villamil (2013) que la pérdida de puestos de empleo en la Isla desde el 2006 al 2012 alcanza la cifra de 180,000.¹⁴ Por otro lado, el informe sobre ocupación que prepara el *US Bureau of Labor Statistics*, indica que para julio de 2013 la tasa de ocupación en Puerto Rico alcanzó la cantidad de 1,017,600 de personas.¹⁵ Esta cantidad de personas ocupadas elevó para abril de 2014, la cifra de desempleo a 14,1%.¹⁶ Estas cifras reflejan una reducción significativa en relación a diciembre 2012, cuando el número de personas ocupadas alcanzó la cantidad de 1,032,223.¹⁷ Esta reducción viene como resultado principal de desplazamientos en el sector público y sector privado. El índice de participación en la fuerza laboral en el primer trimestre del 2014 coloca a la Isla con un 40,7%¹⁸ de ocupación ubicándola sobre 20 puntos porcentuales por debajo de la tasa de los Estados Unidos. A este escenario se le añade que del 2007 al 2012 hubo una reducción neta en empresas de 695, de las que 592 eran PYMES.¹⁹ Esta reducción en la cantidad de empresas representa 1,5% del total.²⁰

¹³ Perfil de la Empresa Local en Puerto Rico, Informe a la Asociación de Productos de Puerto Rico, 18 de abril de 2013. p. 12.

¹⁴ Ibid. Gráfica 3. p. 13

¹⁵ *BLS Economy at glance Puerto Rico*, Recuperado en: www.bls.gov/eag/eag.pr.htm

¹⁶ *Perpectivas*, mayo 2014. Publicación de Estudios Técnicos, Inc.

¹⁷ *BLS Database, Tables and Calculator by Subject*, Recuperado en: http://data.bls.gov/timeseries/LASST43000005?data_tool=XGtable

¹⁸ *Perpectivas*, mayo 2014. Publicación de Estudios Técnicos, Inc.

¹⁹ Perfil de la Empresa Local en Puerto Rico, Estudios Técnicos, Inc., Informe sometido a la Asociación de Productos de Puerto Rico, 18 de abril de 2013. Tabla, p. 23. Se consideraron PYMES con <50 empleados

²⁰ Ibid. p. 23

El informe sobre la competitividad de la Economía de Puerto Rico del Banco de la Reserva Federal de Nueva York²¹, EE.UU. menciona tres posibilidades para el bajo índice de participación en la Isla. Primero, el alto nivel de desempleo junto al lento crecimiento económico; segundo, las transferencias de fondos provenientes de agencias del gobierno de los EE.UU., para asistencia nutricional, y Seguridad Social por Incapacidad, subsidios a la vivienda y seguro de salud que desalientan el trabajo; y tercero, la economía subterránea que se calcula en 23% del PIB. El informe presenta retos importantes que debe ser atendidos y hace recomendaciones como; aumentar las oportunidades en el mercado laboral; desarrollar el capital humano; reducir los costos de la actividad comercial; movilizar el sector financiero para el desarrollo y crecimiento de las empresas; y reducir la dependencia de una industria en contracción, en referencia a la industria farmacéutica. En julio de 2014, el Banco de la Reserva Federal de Nueva York, elaboró un segundo informe de actualización sobre la competitividad en Puerto Rico.²² Este segundo informe reconoce algunos esfuerzos como nuevas leyes dirigidos a mejoramiento de la deuda pública, aun la economía de la Isla se mantiene deprimida.

La dependencia económica del gobierno de los EE.UU. provoca un deterioro social causando a su vez la pérdida de valores que se refleja en la alta incidencia en asesinatos, robos, tráfico de drogas ilegales, deserción escolar, con 21%²³ representando el doble que la deserción en los Estados Unidos y el abuso de menores, entre otros problemas sociales. Según Martha C. Nussbaum (2011), la pérdida de los valores de la sociedad se debe al abandono de la educación en las humanidades y la comercialización y énfasis en la acumulación de capital.²⁴ Añade Nussbaum, que la creación de crecimiento económico, no significa creación de democracia. Estos problemas económicos y sociales inciden en que Puerto Rico se inserte en los cambios, en la formulación de políticas y la implantación de las estrategias agresivas que se están produciendo en los gobiernos alrededor del mundo, orientadas a impulsar la innovación. Hay varios modelos de Países

²¹ Elaborado por el Grupo de Investigación y Estadísticas del Banco de la Reserva Federal de Nueva York, 29 de junio de 2012, p.8-9

²² Actualización del Informe sobre La Competitividad de la Economía de Puerto Rico

²³ Elaborado por el Grupo de Investigación y Estadísticas del Banco de la Reserva Federal de Nueva York, 29 de junio de 2012, p.10

²⁴ Conferencia Magistral, *Education for Profit, Education for Freedom*. Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto Metropolitano. La Dra. Nussbaum, profesora de las Universidades de Harvard y Brown. Lecciones Magistrales. pp. 312-314.

como por ejemplo Japón y Finlandia que lograron un desarrollo económico significativo a través de la innovación en los procesos de producción y esto se tradujo en el mejoramiento y colocación de sus productos en los mercados globales.

El propósito de estos cambios es que los Países puedan entrar como nuevos competidores, como es el caso de los llamados tigres del sudeste asiático (República de Corea, Hong Kong, Taiwán, Singapur), mientras que otros como China e India evidenciaron sus cambios en desarrollo en los 2000, con mayor expansión luego de la entrada de China a la Organización Mundial de Comercio en el 2002. Lo que es evidente es que todas estas naciones han logrado a través de sus políticas, que la innovación sea pertinente en las gestiones de alcanzar y mantener la ventaja competitiva global.

El Informe sobre la Competitividad de la Economía de Puerto Rico de 2012,²⁵ en sus recomendaciones expone lo siguiente: primero, se debe dar alta prioridad al establecimiento de un centro de excelencia universitario para el desarrollo de tecnologías en conexión con la industria. Indica, además, que la construcción de una base de investigación forma parte esencial para la innovación como estrategia de desarrollo económico. Añade el informe que el gobierno debe apoyar la comercialización de la propiedad intelectual que surge de la asociación de la universidad con la industria. En los esfuerzos por parte de la academia en esa dirección la Universidad de Puerto Rico crea, bajo la Vice Presidencia de Investigación y Tecnología, la Oficina de Transferencia Tecnológica y Comercialización con el propósito de dirigir los esfuerzos para que las investigaciones y patentes se inserten en la industria. Otro elemento que debe tomarse en consideración es reconocer que el crecimiento económico de la Isla está influenciado por la calidad de las políticas públicas del gobierno. Añade el informe que la efectividad de las políticas públicas depende de la precisión de los datos sobre la estructura y operación de la economía. Los diferentes gobiernos han intentado establecer política pública que presente las bases de un desarrollo sustentable, pero una vez que hay cambios de gobernantes no se le da continuidad de los esfuerzos realizados.²⁶

²⁵ Elaborado por el Grupo de Investigación y Estadísticas del Banco de la Reserva Federal de Nueva York, 29 de junio de 2012, p. V

²⁶ Desde 1996 hasta el 2014 Puerto Rico ha elegido cinco gobernadores. Estos han sido, tres representando al PPD y dos representando al PNP.

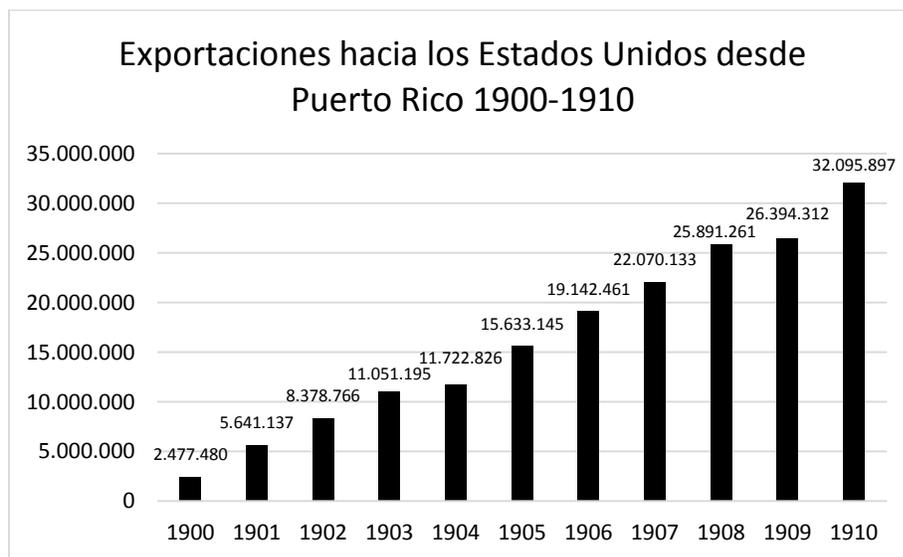
A. Una visión historia de la economía

Puerto Rico es una sociedad que pasó de una economía principalmente de exportación agrícola (1898-1952), a una industria liviana intensiva en mano de obra (1952-1967), a una industria semi-pesada y pesada en métodos productivos intensivos en uso de capital (1967-1996) (Irizarry, 2011).

Un análisis de la historia económica de Puerto Rico revela que durante los primeros dos años 1898-1900, luego del cambio de soberanía de España a los Estados Unidos, hubo un gobierno militar cuya principal preocupación era la de mantener el control del nuevo territorio. En el aspecto económico la llegada del capital norteamericano a Puerto Rico, a partir del 1900, ofrecía un ambiente favorable para los inversionistas por la razón de los bajos costos, lo que provocó que se mantuviera además, el control por parte de estos sobre la estructura económica por lo que decidieron orientarla hacia la exportación de productos primarios (Castillo, 1981, p. 18).

Como referencia a este proceso incluimos en la gráfica 1, la que representa el impacto de la actividad del capital norteamericano en las exportaciones de Puerto Rico hacia los Estados Unidos durante los años 1900-1910.

Gráfica 1.
Capital norteamericano en las exportaciones de Puerto Rico hacia los Estados Unidos los años 1900-1910.



Fuente: Statistical Abstract US 1910 Section-09

Sin lugar a dudas, la economía de Puerto Rico entra en una fase de expansión y crecimiento sostenido que permite el desarrollo de una infraestructura agrícola que beneficia la dinámica de la exportación, tal y como lo demuestra la gráfica 1.

Según de Jesús Toro (1982) el resultado de la entrada de capital de los Estados Unidos en la economía de Puerto Rico provocó un gran crecimiento durante los años de 1900 a 1940. La actividad primordial causante del crecimiento económico fue promovida por el sector de la agricultura y como producto principal la caña de azúcar (de Jesús Toro, 1982, p. 85). En el área de la ocupación, para el 1919, laboraban en el sector de la azúcar 79,261 trabajadores lo que representaba el 40,1% del total de la fuerza laboral (Clark, 1930, p. 14). Durante esta época, además de la azúcar, otros productos agrícolas como el café, tabaco; y frutas como: naranjas, piñas y cocos era los principales productos de exportación y en conjunto conformaban una parte importante para la economía de la Isla (Clark, 1930, pp. 606-607, Perloff, 1950, pp. 309-310).

Durante esta época agrícola la exportación principal de la azúcar era hacia los Estados Unidos (Castillo, 1981, p. 17). Añade De Jesús Toro, (1982) que entre los años del 1896 al 1940 la producción de azúcar creció 17 veces como resultado del aumento en el consumo global, principalmente por los Estados Unidos. Indica, además, que el sector agrícola como actividad económica representó el 37,5% del ingreso nacional durante el quinquenio 1901-1905 y aunque tuvo una ligera reducción hasta el 32,4% en el periodo de 1936-1940, continuó siendo un sector muy importante para el desarrollo económico.

Los factores propulsores para el incremento en esta actividad económica fueron: el aumento en los terrenos dedicados al cultivo; la creación de nuevas centrales procesadoras de caña de azúcar, de capital estadounidense, y el rendimiento de las tierras dedicadas a esta actividad (de Jesús Toro, 1982, p. 85). Según Irizarry (2011), la extensión de tierras dedicadas al principal cultivo de la azúcar, creció de 477,987 acres²⁷, en el 1899 hasta 731,648 acres, en el 1935, lo que representó el 34,7% del total de tierras agrícolas. Para el 1939 el total de acres utilizado para el cultivo de la azúcar continuó su aumento hasta alcanzar los 303,055 acres, siendo el 62,9% del total de tierras dedicadas a la agricultura, y estaban divididas en 11,300 fincas a través de la Isla (Irizarry, 2011, p. 34). En el 1929, solamente ocho corporaciones de capital extranjero controlaban el 82,7%

²⁷ 1 acre = 4,000 metros

de las tierras dedicadas al cultivo del azúcar (Irrizarry, 2011, p. 39). Para este año, además, la inversión extranjera total en la Isla provenía principalmente de capital norteamericano, totalizando \$176 millones, o un 27,1% de la riqueza total de la Isla (Dietz, 1989, p.127).

El crecimiento en el cultivo de la azúcar y el procesamiento continuó aumentando, y en el 1940 operaban en Puerto Rico 41 centrales azucareras, las que producían el 97% del azúcar en la Isla (Dietz, 1989, p. 126). De las centrales azucareras un total de once pertenecían a cuatro grandes corporaciones de capital norteamericano conocidas como *United Porto Rico*, Central Aguirre, Central Fajardo, y *South Porto Rico*, y estaban distribuidas alrededor de la Isla, con una concentración mayor en la zona norte y en la zona sur (G. Nieves en Muriente, 2007, pp. 65-67 y Dietz, 1989, p. 126).

En los Estados Unidos el consumo continuó creciendo y reflejando un incremento de 39% durante el periodo de 1900 a 1940, de 4,961 a 12,662 millones de libras.²⁸ La razón para el aumento en la exportación de la azúcar era el bajo costo de producción que ofrecía la Isla ya que en el 1900-1901 el costo era \$10 por tonelada. La diferencia para el costo menor en Puerto Rico era el resultado de los bajos salarios que se pagaba a los trabajadores con relación a los vecinos caribeños quienes tenían salarios mayores, lo que los obligaba a vender la azúcar a un precio mayor con un costo por tonelada de \$22 en Cuba, y \$29 en las Antillas Británicas (Castillo, 1981, p. 17). Para el 1920 el 83,1% de todas las exportaciones puertorriqueñas era de productos agrícolas y el 66% pertenecía a la azúcar (Clark, 1930, p. 643). Las exportaciones totales principalmente por los productos agrícolas hacia los Estados Unidos aumentaron de 95,5% en 1930 a 98,0% en el 1939 (Perloff, 1950, pp. 123, 407-408). Entre 1935 y el 1940 Puerto Rico tuvo cuotas máxima de exportación de azúcar hacia los Estados Unidos que fue 909,000 toneladas (de Jesús Toro, 1982, p. 95). El incremento en la actividad de la industria azucarera representó un cambio en el ingreso nacional de un 13% en el 1901 a un 20% en el 1940 (de Jesús Toro, 1982, p. 97).

Según Perloff (1950) para el 1940 el sector de cultivo de la caña de azúcar empleaba a 123,886 personas, sumados a 19,731 empleos en la refinación de la azúcar, representaba el 28% del total de 512,200 de los empleados en la Isla. En cuanto al total

²⁸ U.S. Bureau of the Census, *Census of Agriculture: Puerto Rico 1950*.

de los trabajadores agrícolas dedicados al cultivo de los principales productos como la caña de azúcar, el tabaco y el café, estos representaban el 32,7% del empleo total (Perloff, 1950, p. 401). Añade Perloff y Picó (1951, p. 104) que aunque había actividad agrícola en desarrollo, la Isla mantenía un alto nivel de desempleo, lo que trajo como consecuencia que durante la década de 1940 emigraron hacia los Estados Unidos un total de 193,976 puertorriqueños. La razón principal era la falta de puestos de trabajo, además, de los bajos salarios que recibían en la Isla. El jornal que recibía un trabajador en la industria azucarera era de 15,1 centavos de dólar por hora y en la industria del tabaco 6,2 centavos de dólar por hora (Junta de Planificación, 1940-1950, pp. 50, 157).

Como resultado de la entrada de otras industrias como la textil, para el 1950, la industria agrícola comenzó a experimentar una decadencia que resultó ser más marcada en la industria azucarera la que redujo el valor de su producción de \$117,5 millones en el 1952, a \$41,1 millones en 1972 (Scarano, 2008, pp. 608-609).

Relacionado al área política, el 11 de abril de 1900, el Congreso de los Estados Unidos aprueba el Proyecto del Senado 2264, conocido como la Ley Foraker (Raffucci, 1981, p. 61). Esta Ley establece para la Isla una nueva estructura gubernamental que sustituye el gobierno militar por un gobierno civil compuesto principalmente por ciudadanos norteamericanos. En una decisión sobre esta Ley, el Tribunal Supremo de los Estados Unidos declaró a Puerto Rico un territorio no incorporado, representó para la Isla que podía permanecer como territorio por un periodo de tiempo indeterminado (Scarano, 2008, p. 505). La Ley Foraker, además, concedió ciertos derechos políticos como la ciudadanía norteamericana. Sobre la organización de la estructura del gobierno local la Ley creó el puesto de Comisionado, sustituyendo el propuesto delegado territorial, para representar a los puertorriqueños en el Congreso y los diferentes departamentos del gobierno de los Estados Unidos, sin derecho a voto y por un término de dos años (Raffucci, 1981, p. 88). Añade Raffucci (1981, p. 60) que la Ley definió la relación económica entre la Isla y los Estados Unidos, al establecer que tendrá libre comercio con un arancel temporero de 15%. La integración económica incluyó, además del comercio, la estructura tarifaria común, la moneda circulante, las finanzas públicas, la propiedad de inversiones y la movilidad de la fuerza de trabajo y de capital (Perloff, 1950, p. 22). Por otra parte la Ley estableció la prohibición para Puerto Rico de negociar acuerdos

comerciales con otros Países, además que todo movimiento de mercancía marítima entre los puertos de la Isla y los puertos de Estados Unidos se realizaría en barcos de bandera norteamericana (Calem, 1998, p. 75). En el área comercial, la Ley permitía que individuos o corporaciones podían ser propietarios de hasta 500 acres de terreno lo que favorecía a las empresas norteamericanas, principalmente la perteneciente a la industria de la azúcar (Sacarano, 2008, p. 510). Además, la Ley Foraker en relación al área contributiva, eximía a la Isla del pago de impuestos establecidos por las leyes de rentas internas del gobierno de los Estados Unidos. Es por esto que el Departamento del Tesoro norteamericano devolvía a la Isla el impuesto cobrado sobre la venta del ron y los cigarrillos que se comerciaba en los estados (Maldonado, 1997, p. 37).

Con el propósito de dar dirección y planificación al desarrollo de la economía local, en el 1942 se organizan tres entidades gubernamentales fundamentales para este propósito que son las que se conocen como: la Junta de Planificación (JP); el Banco Gubernamental de Fomento (BGF); y la Compañía de Fomento de Puerto Rico (PRIDCO) (Taylor, 1957, p. 10). La Junta de Planificación tenía el propósito de diseñar el plan maestro de desarrollo y ser la guía del desarrollo tomando en consideración los recursos del País (Scarano, 2008, p. 580). El Banco Gubernamental de Fomento sería el agente fiscal para promover los recursos de capital dirigidos a promover el desarrollo de nuevas industrias y la expansión de industrias existentes (Scarano, 2008, p. 580 y Perloff, 1950, p. 107). La idea de organizar la Compañía de Fomento fue la de crear una entidad que se dedicara a potenciar las industrias manufactureras a través de la promoción incluyendo la planificación e investigación industrial y fue originada por Teodoro Moscoso (Maldonado, 1997, p. 25, Taylor, 1957, p. 10). Con esta idea se presentó un proyecto a la Asamblea Legislativa y el 11 de mayo de 1942 se aprueba la Ley 188 que crea la Compañía de Fomento de Puerto Rico.²⁹ Según la legislación se estableció que la Compañía debía entre sus funciones de investigación:

- 1) Para examinar e investigar, conducir experimentos y estudios acerca de, y difundir, los recursos de Puerto Rico, y las posibilidades y métodos efectivos de fomentar su utilización adecuada mediante la fundación de

²⁹ Leyes de Puerto Rico 1942, Leyes de la Segunda Legislatura Ordinaria de la decimo quinta Asamblea Legislativa de Puerto Rico.

empresas industriales, mineras, comerciales y cooperativas, y programas de adiestramiento educacional;

- 2) Para examinar, investigar y conducir investigaciones y experimentos sobre la venta, distribución, anuncio y exportación de todos los productos de Puerto Rico y las necesidades y deseos de los consumidores de los productos de Puerto Rico, y dar a conocer los resultados de dichas actividades;
- 3) Establecer y mantener, como uno de sus departamentos, un Laboratorio de Diseño, el deber del cual será preparar planos, especificaciones y modelos de productos adecuados para ser manufacturados (bien para uso de las personas que los fabrican, o para explotación comercial) en Puerto Rico, o de materia prima de Puerto Rico disponible y artefactos, equipos, plantas y sistemas industriales útiles para dicha fabricación, y para allegar, compilar y diseminar información relacionada con los mismos.³⁰

La Ley organiza la Compañía como una corporación pública, con una asignación legislativa inicial de \$500 mil con el propósito de añadir posteriormente más fondos económicos adicionales.³¹ La Compañía de Fomento tenía el propósito de aumentar el uso de materiales locales y reducir las importaciones de estos que era la práctica de la empresa privada (Perloff, 1950, pp.104-105). El primer proyecto de la Compañía fue que recibe en traspaso y por virtud de la Ley, la primera empresa subsidiaria que consistía de una fábrica de cemento conocida como la *Puerto Rico Cement Corporation*.³² Según Dietz (1989, p. 208) el valor de la corporación de cemento al momento de la adquisición, fue de \$2 millones. El dinero utilizado para la compra de la empresa, provino de los fondos asignados por el gobierno de los Estados Unidos, bajo el programa *Puerto Rican Reconstruction Administration* (PRRA). El 97,82% del material que utilizaba para la fabricación de cemento era de compra local, por lo que importaba el 2,18% (Perloff, 1950, Tabla 30, p.105).

³⁰ Leyes de Puerto Rico 1942, Leyes de la Segunda Legislatura Ordinaria de la decimo quinta Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 188, Artículo 6, p. 941

³¹ Ibid. p. 961

³² Ibid. p. 951

El primer proyecto propio que desarrolló la Compañía de Fomento y que contó con una aportación de \$2,2 millones e inaugurado el 24 de febrero de 1943 se conoció como: *The Puerto Rico Glass Corporation* (Ross, 1969, pp. 64-66). La meta de esta empresa era fabricar 4,8 millones de cajas de botellas de cristal que utilizaría la industria del ron con el fin de que esta industria ampliara su mercado en los Estados Unidos y Europa (Maldonado, 1997, p. 37). Sin embargo, hubo varios problemas operacionales que evitaron el progreso de esta empresa. Entre los problemas que afectaron el desarrollo de la empresas fue el control de calidad de las botellas, por la razón del uso de equipo obsoleto; una huelga de empleados en el verano de 1945 y la importación de botellas para la industria del ron evitaron que la empresa en desarrollo lograra el crecimiento que se anticipaba de ella (Dietz, 1989, p. 209). Otra razón para el fracaso lo fue que las empresas locales se resistían a tener que reciclar sus desperdicios de cristal para vendérselos a la empresa del gobierno. Para el 1945, la Compañía de Fomento había invertido en sus subsidiarias de manufactura \$5 millones (Ross, 1966, p. 84). En mayo de 1946 comenzó operaciones la segunda empresa conocida como *The Puerto Rico Pulp and Paper Corporation*, para fabricar cartón y venderlo a una empresa privada conocida como *Puerto Rico Container Corporation* que fabricaba las cajas de cartón para las empresas embotelladoras de ron (Ross, 1969, pp. 64-70). El 99,55% de la materia prima que utilizada en la elaboración de su producto era local (Perloff, 1950, Tabla 30, p.105).

La tercera empresa auspiciada por la Compañía de Fomento, comenzó operaciones en febrero de 1947 y se conoció como *The Puerto Rico Shoe and Leather Company*. Su producto principal fue la fabricación de zapatos. Esta empresa, a diferencia de las dos anteriores, creció. Entre las razones para el crecimiento fue: en primer lugar por la necesidad del mercado local de calzado y en segundo lugar por las exportaciones que se lograron porque mantuvo precios bajos en sus productos (Ross, 1969, pp. 70-72). La cuarta empresa desarrollada por Fomento fue *The Puerto Rico Clay Products Corporation* que comenzó operaciones en agosto de 1947. La empresa se dedicó a la fabricación de bloques para la construcción, y tejas para techos, entre otros productos. La producción tuvo una rápida acogida debido al desarrollo en la construcción que experimentaba la Isla, pero los defectos en la calidad de los productos en los que menos del 50% estaban aptos para el mercado, afectaron el desarrollo de la empresa (Ross,

1969, pp. 72-73). Durante los inicios de la década del cincuenta se superaron los problemas de calidad y se abrió el mercado para la exportación (Dietz, 1989, p. 212). El hecho de que la Compañía de Fomento fuera propietaria de cinco empresas, trajo como resultado una diferencia política ideológica y protestas por parte de algunos empresarios del sector privado porque no estaban en acuerdo con las políticas gubernamentales de poseer empresas, lo que evitó el respaldo de este sector a estas iniciativas. Para el 1948, con una inversión de \$10,682,920 las empresas del gobierno empleaban 992 trabajadores y contaba con una nómina anual de \$993,626 (Perloff, 1950, p. 106). Añade Perloff, sobre los datos de las empresas, los que contrastan con los esfuerzos del gobierno, porque la empresa privada con otro tipo de negocios y un capital de \$13,530,330, empleaba 4,181 trabajadores y la nómina era de \$3,465,287 anual (Perloff, 1950, Tabla 32, p. 107).

Los problemas de costos operacionales, un limitado apoyo de la empresa privada y la calidad de los productos hicieron que Fomento no cumpliera con las proyecciones de crecimiento que se habían trazado y llevaron al gobierno a tomar la decisión de vender sus empresas por \$10,5 millones al sector privado completándose el proceso en el 1950 (de Jesús Toro, 1982, p. 281, Taylor, 1957, p. 11). Al momento de la venta de las empresas al sector privado, la empresa de zapatos junto a la de cemento eran las únicas que obtenían beneficios (Dietz, 1989, p. 231). Con el propósito de crear espacios para atraer nuevas empresas para establecerse en la Isla, en el 1945 se desarrolló, bajo el nombre de *AID Program* y con una inversión otorgada por la Asamblea Legislativa de \$17,5 millones. La Compañía de Fomento se dio a la tarea de construir edificios y facilidades tipo fábricas para alquiler o venta a la empresa privada (Ross, 1966, p. 84 y Perloff, 1950, p. 106). Una vez la Compañía de Fomento vende sus empresas y cuenta con espacios físicos para nuevas empresas se enfoca en la alternativa para el desarrollo, fue el impulso a la iniciativa gubernamental de industrialización por invitación, la cual fue dirigida desde la Compañía de Fomento, por el farmacéutico ponceño Teodoro Moscoso, y se conoció como Operación Manos a la Obra (Dietz, 2003, p. 51). El nombre de esta iniciativa fue otorgado por el gobernador Luis Muñoz Marín, en julio de 1949, mientras ofrecía una ponencia ante un comité en el Congreso de los Estados Unidos (Maldonado, 1997, p. 69). El cambio de dirección en el esfuerzo formó una nueva iniciativa promocional por parte de la Compañía de Fomento y se estableció

principalmente en dos etapas. La primera etapa de la nueva iniciativa fue del 1947 al 1965, y estaba basada en la promoción de industrias livianas, intensas en manos de obra y orientadas a la exportación (Dietz, 2003, p. 53). La segunda etapa fue a partir de 1965 y estaba orientada al capital intensivo y a la sustitución de exportaciones y eran las empresas farmacéuticas en el sector químico las de mayor beneficio reportando en el 1980 el 73,1% del total de sus ingresos como resultado de su operación en la Isla (Dietz, 2003, pp. 56-57). La Operación Manos a la Obra, pretendía un desarrollo económico balanceado entre la agricultura y la producción industrial manufacturera, modelo utilizado en los Países desarrollados (Dietz, 1989, p. 260).

El 14 de mayo de 1950 la Legislatura de Puerto Rico aprueba la Ley 423 como parte del Plan de Reorganización número 10 del gobierno y crea la Administración de Fomento Económico.³³ La Administración de Fomento consolida las funciones relacionada a desarrollo económico, y la Compañía de Fomento Industrial pasa a formar parte de la nueva agencia gubernamental (Dietz, 1989, p. 229). Añade Dietz (1989) que con esta reorganización, Puerto Rico comenzaría a promoverse como un centro de localización industrial y de esta manera dejaría a un lado la intención del gobierno de crear empresas. Por su experiencia y conocimiento sobre el crecimiento económico, Perloff, presenta su propuesta de desarrollo y la localización industrial y la misma fue acogida por la Administración de Fomento (Curet Cuevas, 1976, p. 219). Los factores expuestos por Perloff fueron: 1) La existencia de producción con materia local, 2) industrias orientadas a mercados, 3) el costo relativo de la mano de obra (Perloff, 1950, p. 333). Añade Perloff (1950) que la clasificación de las industrias utilizando estos factores no era tarea difícil y sí rápido de delinear. La primera empresa textil de gran tamaño en la Isla se establece en el 1948 y se conoció como *Textron of Puerto Rico, Inc.* (Taylor, 1957, p. 13). A partir del 1950 la economía comienza a transformarse y se desarrolla con mayor crecimiento la industria del textil.

³³ Leyes de Puerto Rico 1950, Leyes de la Segunda Legislatura Extraordinaria de la Segunda Legislatura Ordinaria y Cuarta Legislatura Extraordinaria de la Decimoséptima Asamblea Legislativa de Puerto Rico, p. 1025

El crecimiento industrial total reflejó un cambio en el PNB y para la década 1950-1960 aumentó de \$754,5 a \$1,681,3 millones.³⁴ El crecimiento en la producción fue ascendente al punto que para el 1965 Puerto Rico se convirtió en el mayor suplidor de ropa para el mercado de los Estados Unidos representando el 30,1% de total de las importaciones de la nación americana (Dietz, 2003, p. 16).

El resultado de esta transformación industrial fue la reducción en la producción de azúcar esto combinado con el esfuerzo del gobierno local de atraer más capital norteamericano para manufactura tuvo un mayor impacto a raíz de la segunda guerra mundial (Castillo, 1981, p. 28). La exportación de azúcar y productos relacionados para el periodo 1949 a 1959 se redujo y un 21% de las exportaciones, mientras que los textiles y sus manufacturas aumentaron para el mismo periodo un 17%.³⁵

Para finales de los años 50's y los 60's, la Compañía de Fomento Industrial desarrolló estrategias para atraer el establecimiento de nuevas empresas que conllevaba menor inversión de capital y que utilizarían mano de obra intensa diestra y semi-diestra (Dietz, 1989, p. 266). Un paso importante en el esfuerzo de industrialización trajo como resultado que en mayo de 1956 se inauguró en la Isla la primera planta de producción de circuitos eléctricos, la que fue establecida por la multinacional norteamericana *General Electric* (Maldonado, 1997, pp. 94-95). Ese mismo año se establecieron, además, los primeros proyectos petroquímicos de uso de capital intensivo como lo fueron la *Caribe Nitrogen*, *Gulf Caribbean*, *Union Carbide* y la *Commonwealth Oil Refining Company* mejor conocida como CORCO (Maldonado, 1997, p. 156 y Freire, 1969, p. 89). Freire (1969) señaló que las nuevas industrias establecidas en Puerto Rico invirtieron un total de \$78,4 millones entre los años 1952 al 1958, lo que representó el 27% de la inversión total en el sector manufacturero. En el 1967 se habían ubicado en la Isla diez establecimientos de la industria de fabricación de productos derivados de petróleo y carbón, con una producción anual de \$248 millones y una plantilla de 2,027 trabajadores (de Jesús Toro, 1982, p. 394). Para el 1959 la Compañía de Fomento promovía sobre 100 nuevas empresas al año, y para el 1975 sobrepasaba las 200 anuales (Maldonado, 1997, pp. 156-

³⁴ Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 1973. Tabla de Ingreso y Producto, pp. 8-11.

³⁵ Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 1952. Negociado de Economía y Estadísticas, Anuario Estadístico, Tabla 136, p.231 y 1960, Tabla 129 p. 176

157). Otros sectores intensivos en capital como las maquinarias, los productos químicos y los metálicos se promovieron con éxito, y dentro del sector químico, las farmacéuticas fueron las de mayor crecimiento representando para el 1982, el 32,1% del total de la industria manufacturera (Dietz, 1989, p. 272).

La nueva transformación industrial que ocurre en la Isla a partir de 1950, como resultado del aumento en el flujo de capital, determina la entrada de la industria petroquímica y los productos químicos. Esto creó una diversificación de las exportaciones hacia los Estados Unidos. En el 1976, se experimentó una reducción en las exportaciones de textiles y sus manufacturas, reduciéndose hasta a un 12% del total de las exportaciones (Castillo, 1981, p. 33). Por otro lado, la industria del petróleo y sus productos mantenía un 12% de exportación y los productos químicos lograban un aumento al nivel del 34% del total de las exportaciones (Castillo, 1981, p. 262).

El crecimiento económico del 1947 al 1952, basado en la inversión de capital fijo de estas industrias, no produjo los frutos esperados alcanzando sólo un 14,3% durante este periodo (Freire, 1969, pp. 83-88).

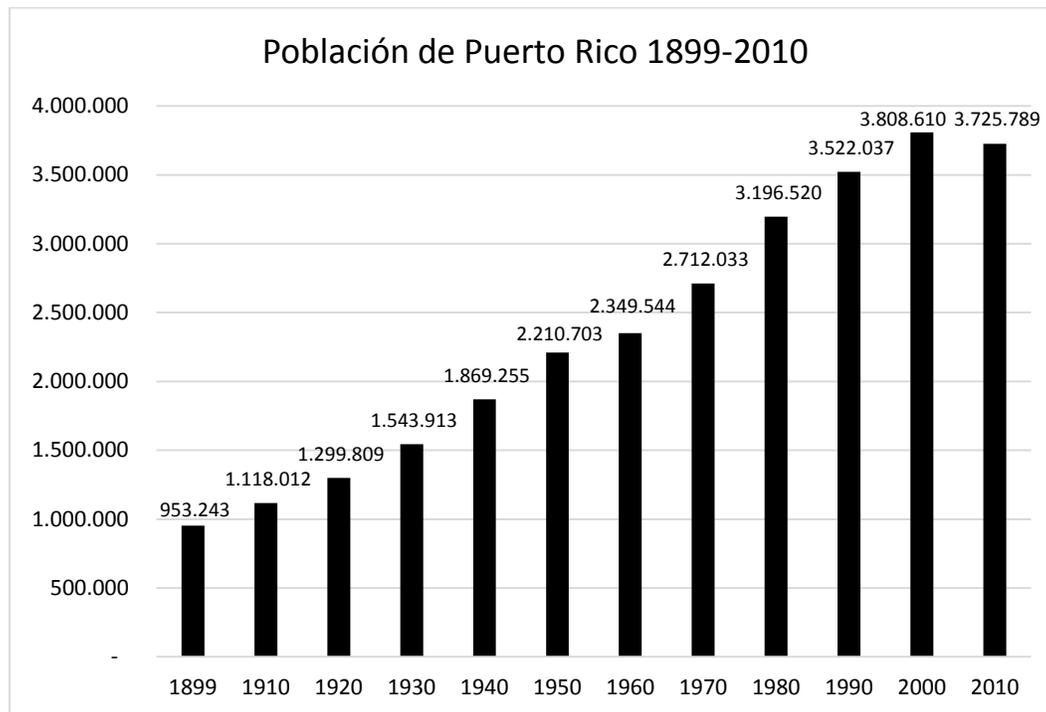
Por otro lado, estas empresas repatriaban el 75% de su ingreso neto y el restante 25% representaba el pago relacionado a los trabajadores (Dietz, 1989, p. 272). Aunque el salario de los trabajadores de estas empresas era mayor que el de las empresas de uso intensivo en mano de obra, la realidad era que empleaban menos trabajadores (Dietz, 1989, p. 273). Para los años del 1947 al 1961 las empresas promovidas por la Compañía de Fomento contaban con un promedio de 70 trabajadores por empresa (Dietz, 1989, p. 273). Añade Dietz (1989) que al final de la década del setenta el promedio de trabajadores era de 33,3 por empresa. Según el censo de empleos en la manufactura, en el 1950 había 106,000 personas trabajando en la industria y en el 1960 se redujo a 91,000.³⁶ No obstante, las empresas promovidas por la Compañía de Fomento representaron el 78% de las empresas manufactureras, en el 1970 y para el 1980 estas empresas representaron el 92% del total de las establecidas en la Isla (Dietz, 1989, p. 274).

Este desarrollo industrial se materializó porque, entre otras variables, Puerto Rico experimentaba una transformación demográfica y su población estaba en acelerado crecimiento. Esta realidad facilitaba el acceso para las empresas de una gran cantidad de

³⁶ *U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of the United States* (1951, p. 167-208, 1967, p. 217-251)

trabajadores potenciales, con mucha hambre de generar sustento e ingresos, lo que implicaba mucha disponibilidad de mano de obra barata.

Gráfica 2.
Población de Puerto Rico en números absolutos para los años 1899-2010.



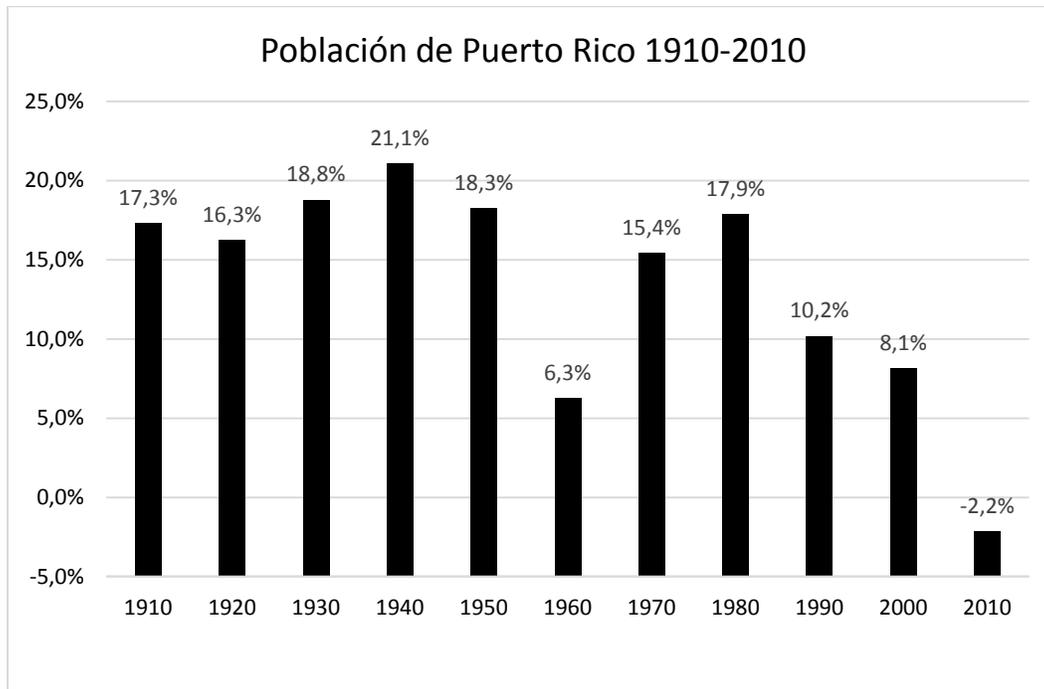
Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos

Del 1910 hasta el 1950 la población experimenta un crecimiento que duplica el total de la población de 1,1 millón a 2,2 millones de habitantes. Esto supone un gran desafío para el diseño de política pública que influyera en el desarrollo económico de Puerto Rico, particularmente en las dimensiones de vivienda, salud, seguridad y empleo.

Para validar esta expansión poblacional, analizamos los datos presentados previamente para explicar el cambio porcentual de crecimiento de la población en comparación con el dato del decenio previo. Es decir, si observamos el dato del 1910 (1,118,012), se puede apreciar que se materializa un crecimiento de 17,3% en comparación con el 1900 (953,243).

Incluimos el detalle de este análisis de cambio poblacional en la gráfica 3.

Gráfica 3.
Población de Puerto Rico en porciento para los años 1910-2010.



Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos Año Base 1899

Es por esta razón, es que entre las décadas 1940 al 1950 la promoción industrial de Puerto Rico, como centro de inversión para empresas extranjeras, atrajo aquellas intensivas en mano de obra, pero con baja tecnología (Curet Cuevas, 1976, p. 243). La entrada de estas empresas a la Isla causó un incremento en el ingreso per cápita el cual aumentó de \$122 en el 1940 a \$433 en el 1954 (Taylor, 1957, p. 16). Las industrias que se establecieron estaban constituidas por empresas subsidiarias de compañías matrices que estaban ubicadas en los Estados Unidos (Dietz, 1989, p. 279). Esta composición de empresas provocó poco beneficio a la estructura económica local con la excepción de los salarios. Esto se debió a que la Isla se convirtió en un centro de procesamiento de materia prima o semi elaborada que se importaba la que a su vez se transformaba y luego se exportaba como producto terminado (Dietz, 1989, p. 268).

En 1952, bajo la dirección de la Administración de Fomento Económico, en la Isla se comienzan a crear más incentivos especiales, para beneficio de las empresas que

incluía adiestrar a los trabajadores en las nuevas destrezas requeridas por la industria que estaba en desarrollo (Castillo, 1981, p. 81).

Como parte de estas iniciativas se crearon tres programas que tenían los siguientes objetivos:

- 1) Programa de entrenamiento *in plant*; dirigido a capacitar administradores, supervisores, instructores y técnicos. Los fondos se conformaban con aportaciones del gobierno y la empresa.
- 2) *Learners Program*; dirigido a empresas nuevas o complejas en la que se permitía pagar salarios por debajo del mínimo establecido durante la capacitación a los empleados mientras realizaban las tareas.
- 3) *Pre Employment Training*; este programa era libre de costo para la empresa que empleara 100 trabajadores o más con el propósito de adiestrar a los trabajadores previo a ocupar el puesto. El gobierno cubría los costos del adiestramiento de los trabajadores (Castillo, 1981, p. 81).

El apoyo por parte del gobierno para cubrir estos costos de adiestramiento combinados a otros incentivos, como el proveer facilidades físicas, maquinaria, subsidios en las utilidades y exención de pago de impuestos parcial o total, contribuyeron al establecimiento de nuevas empresas y a la ampliación de operaciones de otras ya existentes (Castillo, 1981, p. 79).

Para el 1952 el total de trabajadores laborando en las industrias manufactureras alcanzó la cifra de 32,466 personas (De Jesús Toro, 1982, p. 277). En el periodo de 1961 a 1964 el total de incentivos directos otorgados por el gobierno en apoyo al capital de las empresas establecidas fue de \$6,043,796 (Castillo, 1981, p. 82). En el periodo del 1965 al 1976 el total de las subvenciones en forma de incentivos especiales otorgados por el gobierno, a través de la Compañía de Fomento Industrial a las firmas industriales en Puerto Rico, alcanzó la cifra de \$23,049,398.22.³⁷

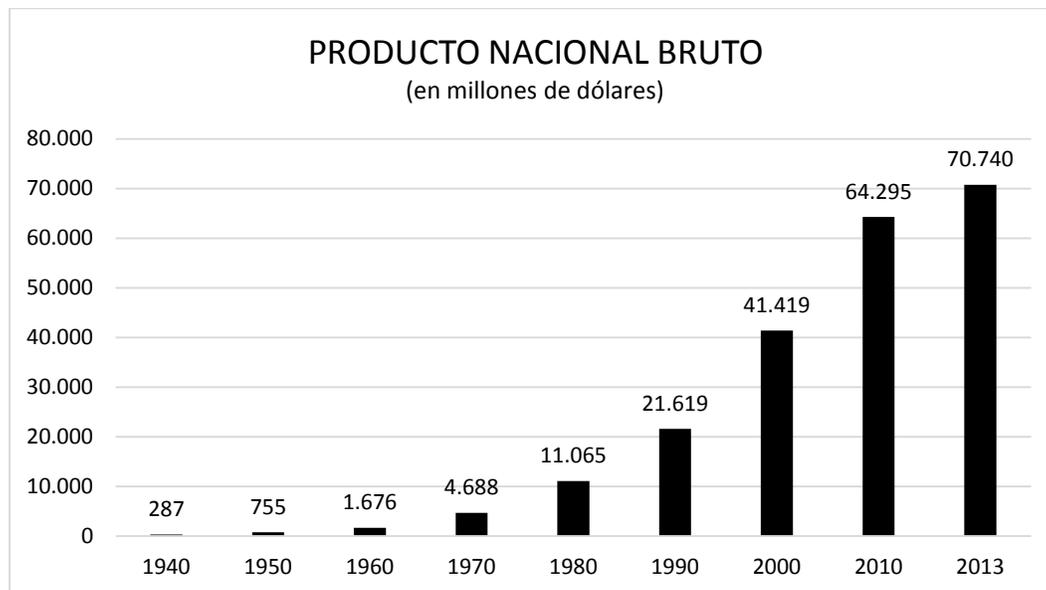
Como resultado de estas gestiones la Isla de Puerto Rico registra un crecimiento económico sin precedentes en su historia a comienzos de 1940. El comportamiento

³⁷ Administración de Fomento Económico, Oficina de Estudios Económicos, San Juan. En Castillo (1981) p. 84

empírico de este crecimiento se puede apreciar desde la perspectiva de los datos del producto nacional bruto (PNB) al inicio de cada década a partir del 1940.

Los datos se muestran el detalle en la gráfica 4.

Gráfica 4.
Producto Nacional Bruto de Puerto Rico para los años 1940-2013.



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Cuando se compara el total del PNB de 1940 (\$287 millones) con el total del 2000 (\$41,419 millones) es claro que se produce una dramática transformación de una sociedad puramente agraria a una sociedad industrial y de servicios. Para el 2013 el total de este indicador alcanza la cifra de \$70,740 millones, lo que implica que se mantiene la economía en crecimiento aunque de una forma más lenta.

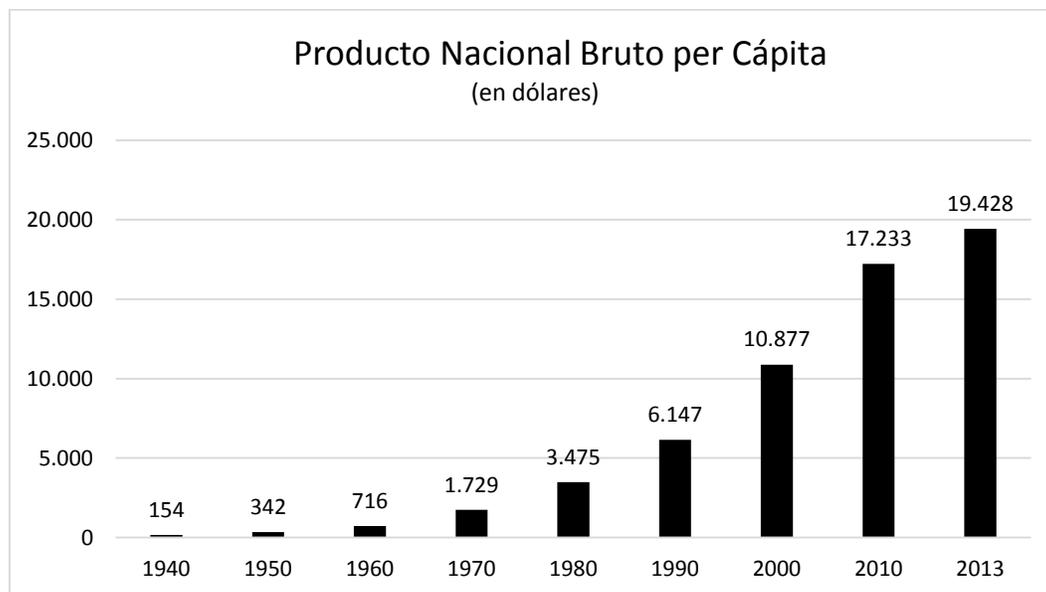
Por tanto, estas aportaciones pueden sumarse a la exención en el pago de contribuciones que totalizó durante el mismo periodo \$2,462,626,270.³⁸ Estos beneficios provocaron que Puerto Rico se convirtiera en un País al que fluyeron grandes cantidades de capital extranjero principalmente norteamericano.

³⁸ Departamento de Hacienda, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Informe Anual del Secretario de Hacienda, 1982, p. 42.

Durante el periodo del 1960 al 1975 la inversión de capital extranjero aumentó en un 797% (Castillo, 1981, p. 140). Durante la década del 1960 al 1970 el PIB aumentó de \$1,692 a \$5,035 millones, con una tasa de crecimiento anual de 7,7% alcanzando el porcentaje de inversión fija más alta histórica en el 1971 con 28,2% (Curet Cuevas, 2003, pp. 38, 43, 132).

El impacto de esta inversión sin precedentes en el desarrollo de la infraestructura industrial de Puerto Rico, tiene el resultado de crear una centrífuga de actividad de manufactura y de construcción que tiene como efecto expandir los indicadores del estándar de vida. Este estándar se mide históricamente con el indicador de producto nacional bruto per cápita, mismo que registra un crecimiento dramático a partir de 1960. Cuando se compara en ventanas de tiempo decenales es evidente que el mismo se crece exponencialmente del 1960 al 2000. Podemos ver el detalle de este comportamiento en la gráfica 5.

Gráfica 5.
Producto Nacional Bruto Per Cápita de Puerto Rico para los años 1940-2013.



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

B. Estrategia de desarrollo económico basado en incentivos contributivos

El modelo de desarrollo económico que escogió Puerto Rico fue el de promoción industrial con el fin de atraer empresas, principalmente norteamericanas, a establecerse en la Isla. Este modelo pretendía que las empresas que operaran en Puerto Rico, se beneficiaran de incentivos contributivos tanto locales como estadounidenses, además del acceso al mercado de los Estados Unidos (Scarano, 2008, p. 739). Desde entonces, los incentivos contributivos han formado parte vital en el asentamiento de empresas en la Isla, así como el desarrollo económico que comenzó desde principios del Siglo XX hasta el presente. Los alivios fiscales para las empresas deben ser considerados beneficios en momentos de tensión económica y no considerarse como instrumentos estratégicos de política fiscal en forma permanente (Taylor, 1957, p. 3). Las leyes de incentivos contributivos en Puerto Rico han tenido el propósito de influir en las decisiones de los empresarios para establecer operaciones en la Isla, más que el ingreso de las personas (Ross, 1966, p. 97). Según de Jesús Toro (1982, p. 413), de las primeras leyes de incentivos, cuatro de estas contenían beneficios que perseguían el propósito de mitigar los costos iniciales de establecimiento en la Isla. A partir de la legislación contributiva del 1947, se pretendía atraer a las empresas de forma que maximizaran sus ganancias dentro del marco jurídico y protección de las leyes de los Estados Unidos.

Autores como Taylor (1957, p.148) plantearon que la exención contributiva era vista como una medida de subsidio temporero a corto plazo y los beneficiarios pasarían a tributar por los ingresos que generan una vez expiraba la ley. Otro autor como Curet Cuevas (1976, pp. 233-234) entendía que sin la exención contributiva no era posible atraer inversiones de capital, que a su vez provocara la creación de empleos y elevara la calidad de vida de los puertorriqueños.

La primera ley en Puerto Rico que atiende los incentivos contributivos para las industrias que había en la Isla se legisló el 31 de marzo de 1919, conocida como la Ley 92.³⁹ El título de la Ley dice: “Para proteger las industrias nuevas en Puerto Rico, eximiéndolas de contribuciones por término que no exceda de diez años como se

³⁹ Leyes de Puerto Rico 1919, Leyes y resoluciones de la Primera Legislatura de la Novena Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 92.

determine por la Comisión de Servicio Público”.⁴⁰ El título de la Ley hace mención a la protección de las industrias nuevas, pero a la vez el escrito de Ley menciona las 14 tipos de fábricas que existían en ese momento en la Isla y que las mismas quedarían cubiertas por el beneficio contributivo que se estaba otorgando a partir de ese momento. Para el 1929, de las 381 empresas con operación en la Isla y que rindieron informes contributivos al gobierno, 265 estaban exentas del pago de contribuciones.⁴¹ Que el 69,5% de las empresas que esté exenta de contribuciones, es una evidencia de que la razón para el establecimiento de operaciones en la Isla es el beneficio fiscal.

Una vez comienza la Isla el camino de incentivos contributivos como la vía para el desarrollo económico y atractivo para el asentamiento de nuevas empresas, además de la ampliación de los beneficios las empresas existentes, y con el fin de mejorar la calidad de vida de los puertorriqueños, este no se ha detenido.

La segunda Ley de incentivos se presenta en la legislatura el 25 de abril de 1930 y establece una nueva la Ley con el número 40.⁴² La Ley en su título dice: “Ley para proteger las industrias en Puerto Rico, eximiéndolas de contribuciones por un término que no exceda de 10 años, como se determine por la Comisión de Servicio Público y para otros fines”. La Ley pretendía además, proteger a las industrias nuevas a través de eximirlas del pago de toda imposición contributiva que estuviese vigente en la Isla. El 14 de mayo de 1936, se establece la tercera Ley con el número 94.⁴³ La Ley mantiene un término de 10 años para las empresas exentas y amplía la exención porque dice: “concede a las industrias nueva exención de contribuciones en: edificios, maquinarias, materiales y en general, todos los bienes, derechos y privilegios pertenecientes a dichas industrias, que sean imperiosamente necesarias para su trabajo y funcionamiento...”.⁴⁴ La Ley en la sección quinta dispone, además, que la exención se extiende únicamente a la primera empresa de la industria particular. En el 1944 al frente de los esfuerzos de industrialización, Teodoro Moscoso, estaba convencido que los incentivos contributivos

⁴⁰ Leyes de Puerto Rico 1919, Leyes y resoluciones de la Primera Legislatura de la Novena Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 92 p.15

⁴¹ *The People of Porto Rico, Department of Finance. Report of the Treasurer of Porto Rico.* p.14

⁴² Leyes de Puerto Rico 1930, Leyes y resoluciones de la Segunda Legislatura Ordinaria de la Duodécima Asamblea Legislativa de Puerto Rico.

⁴³ Leyes de Puerto Rico 1936, Leyes y resoluciones de la Cuarta Legislatura Ordinaria de la Decimotercera Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 94.

⁴⁴ *Ibid.* pp. 495-497

era la estrategia para atraer capital y desarrollar la industria manufacturera en la Isla (Maldonado, 1997, pp. 46-47). Añade Maldonado (1997), que había en la Isla economistas como Sol Luis Descartes y Rafael Picó, que argumentaron que la exención a las empresas crearía un sistema contributivo injusto para los contribuyentes de la Isla por beneficiar a las empresas. Luego de los debates sobre la estrategia de incentivos para el desarrollo económico, Teodoro Moscoso logró que en el 1947 la legislatura de Puerto Rico aprobara la Ley 346 del 12 de mayo, conocida como la Ley de Industria Nueva sobre Incentivos Industriales.⁴⁵ Esta Ley tenía el propósito de eximir, de manera total a las empresas que se instalaran en la Isla, de pagar contribuciones municipales y estatales a partir del 2 de enero de 1947 hasta el 30 de junio de 1954. La Ley establece que luego del 1954 el incentivo de exención contributiva se reducía parcialmente el beneficio a base de un 25% para el año fiscal 1954-1955, un 25% más para el 1955-1956 y 25% más para el 1956-1957, lo que representaba, una reducción total del 75% del beneficio contributivo a partir de julio de 1957. Luego del 30 de junio de 1954, la exención contributiva en forma total quedaba eliminada.⁴⁶ Una situación que presentaba la Ley del 1947 desde sus comienzos era el efecto de la eliminación del beneficio contributivo en forma escalonada, para las empresas existente por la razón de que el mismo no fue diseñado como un incentivo a largo plazo. Además la disminución gradual limitaba la entrada de nuevas empresas luego del 1954 y la reducción del beneficio ponía en riesgo la permanencia de las empresas existentes principalmente las de capital extranjero (Taylor, 1957, p. 50). Taylor (1957) señala que como parte de una revisión técnica, al año siguiente de aprobada la Ley 346, la legislatura crea una nueva Ley con el número 184, el 13 de mayo de 1948, conocida como la Ley de exención industrial de contribuciones de Puerto Rico.⁴⁷ El propósito de eliminar la anterior Ley 346, fue ampliar los años de la exención contributiva utilizando un esquema similar al de la Ley existente al momento. La legislatura en la nueva Ley indicó: “Es necesario que el gobierno de Puerto Rico se apreste a liberar la batalla de la producción, proporcionando a individuos y entidades incentivos y facilidades que hagan comercialmente atractivo, tanto el establecimiento de

⁴⁵ Leyes de Puerto Rico 1947, Leyes de la Tercera Legislatura Ordinaria de la Decimosexta Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 346.

⁴⁶ Ibid. p. 657

⁴⁷ Leyes de Puerto Rico 1948, Leyes de la Cuarta Legislatura Ordinaria de la Decimosexta Asamblea Legislativa de Puerto Rico. Ley 184.

nuevas industrias en Puerto Rico, como el desarrollo de las que ya vienen funcionando aquí con posibilidades de expansión”. El esquema de la nueva Ley eximía de manera total, a las empresas que se establecieran, de pagar contribuciones estatales, municipales y del gobierno de los Estados Unidos así como el pago de patentes y arbitrios hasta el 30 de junio de 1959. El incentivo de exención contributiva repetía el esquema de la Ley anterior, porque se reducía parcialmente a base de un 25% en el 1959- 1960; un 25% más en el 1960- 1961, y otro 25% en el 1961- 1962, lo que representaba al final una reducción total de 75% del beneficio al 30 de junio de 1962. Con el propósito de organizar los asuntos relacionados a la administración de incentivos, la Ley crea la Oficina de Exención Contributiva (OEC). La OEC fue adscrita a la Compañía de Fomento para atender el trámite administrativo para las empresas solicitar la exención. La OEC tenía el propósito de recibir y evaluar las peticiones sobre la concesión de exención y alivios contributivos para las empresas que pretendían acogerse a los beneficios permitidos en la Ley. El economista Sol Luis Descartes, quien fue el Secretario de Hacienda (1949-1955), como parte del Informe Anual del Secretario de 1954, presentó al gobernador y expuso “Cautela en Relación con la Exención Contributiva”, en referencia a que la exención contributiva a las empresas no debía ser una generalizada, por el contrario, debía ser un proceso selectivo, por ser, según Descartes, “un privilegio y no un derecho” y que estuviera dirigido hacia aquellas empresas de un sector particular para que tuviera el impacto deseado en el desarrollo de la economía de la Isla.⁴⁸

Taylor (1957) explica un estudio realizado en enero del 1953 en el que llevó a cabo unas entrevistas de campo que fueron administradas a propietarios y oficiales de 44 nuevas empresas establecidas en la Isla y dirigidas a documentar las ventajas y desventajas de operar en Puerto Rico. El resultado reflejó que 41 de las empresas entrevistadas o el 95% de estas destacaron como una ventaja importante el contar con la exención contributiva al momento de decidir organizar operaciones en la Isla (Taylor, 1957, p. 124. Tabla 4). Como segundo criterio importante, con 30 de las empresas, o el 70% señaló como ventaja los salarios. De acuerdo a esto, el gobierno entendió que la

⁴⁸ Departamento de Hacienda, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Informe Anual del Secretario de Hacienda. 1954, pp. 59-62.

exención contributiva era un elemento vital para la permanencia y futura atracción de nuevas empresas.

La Asamblea Legislativa de la Isla, reconociendo “que los beneficios de la Ley 184 gradualmente iban perdiendo su efectividad...” el 15 de diciembre de 1953, aprueba la Ley número 6, conocida como La Ley de Incentivos Industriales de Puerto Rico de 1954.⁴⁹ Esta Ley permitiría a las empresas acogerse a una exención en el pago de contribuciones de cinco a diez años, partir de la fecha de inicio de operaciones en la Isla y el beneficio dependía además de la cuantía en inversión de propiedad mueble e inmueble. Próximo al vencimiento de los beneficios que ofrecía la Ley número 6, en el 1963, se revisa la Ley de incentivos y se aprueba la sexta Ley, el 13 de junio con el número 57 conocida como la “Ley de Incentivo Industrial de Puerto Rico de 1963”.⁵⁰ La nueva Ley se aprueba con mayor apertura de beneficios a la Ley anterior porque presenta la creación de niveles de duración del incentivo por término variable según la zona geográfica extendiendo los beneficios contributivos por zona con incentivos de 10 y 12 años.⁵¹ El propósito de identificar las zonas para el establecimiento de la industria era ofrecer los incentivos de manera diferenciada y de esta forma diversificar la concentración de industrias en lugares de la Isla fuera de los centros de mayor concentración urbana como el área metropolitana de San Juan, Ponce y Mayagüez. La Ley dividió la Isla en las llamadas zonas de desarrollo industrial, las que eran designadas por el Gobernador a base de la recomendación del Presidente de la Junta de Planificación, el Secretario de Hacienda, el Secretario del Trabajo, el Secretario de Comercio y el Administrador de Fomento.⁵² La Ley permitía, además, que las empresas que se establecían y permanecían en las zonas decretadas por el gobernador como zonas de escaso desarrollo industrial, pudieran beneficiarse con cinco años más de exención. Otro beneficio que ofrecía la Ley es que permitía la posposición por dos años para el comienzo del recibo del incentivo por la razón de las pérdidas ocasionadas al iniciar las operaciones.

⁴⁹ Leyes de Puerto Rico 1954, Primera Sesión Extraordinaria de la Segunda Sesión Ordinaria de la Segunda Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 1052.

⁵⁰ Leyes de Puerto Rico 1963, Tercera Sesión Ordinaria de la Cuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 686.

⁵¹ Ibid. p.129

⁵² Ibid. p. 96

El 2 de junio de 1978, la legislatura de Puerto Rico aprueba la séptima Ley de incentivos contributivos de la Isla. La Ley número 26 conocida como la “Nueva Ley de Incentivos Industriales de 1978”.⁵³ La Ley adopta las concesiones de la anterior Ley 57 del 1963, y añadía otros beneficios como: el pago de 4% por contribución a las ganancias generadas en la Isla y que fueran expatriadas.⁵⁴ Esta Ley sería, además, el apoyo local a la sección 936 aprobada por el Congreso de los Estados Unidos en el 1976, como enmienda al Código de Rentas Internas Norteamericano. La Ley ofrecía una exención tributaria parcial y escalonada que comenzaría en un 90% del ingreso de Fomento Industrial por los primeros cinco años y se reduciría gradualmente durante los siguientes años según la zona donde estuviera ubicada la empresa, hasta llegar al 50%. La Sección 2 de la Ley define como ingreso de Fomento Industrial aquel que provenga de:

- 1) ingreso neto de un negocio exento derivado de la operación declarada por esta Ley;
- 2) los intereses, rentas y dividendos elegibles según se definen en la Ley;
- 3) las distribuciones de dividendos o beneficios por una corporación o sociedad que es socia de un negocio exento si se generan del ingreso obtenido bajo los parámetros de esta Ley.

Otra novedad de la Ley 26 es que ampliaba la clasificación para la ubicación de las empresas en la Isla en cuatro zonas de desarrollo industrial y las zonas se determinaban de acuerdo al nivel de concentración de empresas. La primera de estas, la Zona I se conocía como una Zona de Alto Desarrollo Industrial, y las empresas que se establecían o estuvieran instaladas contaban con diez años de exención; la Zona II o llamada Zona de Desarrollo Intermedio contaba con una exención de 15 años para las empresas; la Zona III o Zona de Desarrollo Bajo, contaba con una exención de 20 años para las empresas; y la Zona IV era únicamente para las Islas Municipios de Vieques y Culebra y las empresas que instalaran sus operaciones allí, contaban con 25 años de exención. La Ley le otorgaba al Gobernador la autoridad, para mediante Orden Ejecutiva, que designa las Zonas de Desarrollo Industrial en la Isla. Esta Ley permitía a las

⁵³ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 1978, Segunda Sesión Ordinaria de la Octava Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 614. Ley 26.

⁵⁴ Ibid. p.61

empresas existentes y que disfrutaban de exención contributiva bajo la Ley anterior, extender por diez años los beneficios acogiéndose al 50% de la exención por los primeros cinco años y este podía, por los próximos cinco años, reducirse hasta 35% o mantenerse el beneficio original, dependiendo de la zona de desarrollo donde estuviese instalada. La Ley proveía una salvaguarda para las empresas de la manufactura que operaban con limitaciones económicas, la que podía ser cubierta bajo decretos especiales y disfrutar de entre cinco a diez años adicionales con una exención del 90%. Una provisión especial de la Ley es que permitía la imposición de una contribución parcial para aquellos sectores que por alguna razón de desarrollo requerían un incentivo especial para operar con éxito. Un cambio que se incluyó por primera vez con la nueva ley fue la inclusión de la industria de servicios como industria en el programa de incentivos.

El gobierno de los Estados Unidos, en el Código de Rentas Internas Federal, contaba con legislación contributiva que permitía a las corporaciones norteamericanas tomar créditos por lo negocios fuera de territorio continental. Los incentivos contributivos locales se complementaban con los aprobados en los Estados Unidos desde la década de 1920. El primero que se presentó está en la Sección 262 del Código de Rentas Internas del gobierno norteamericano que incentivaban con exenciones contributivas a las empresas de origen norteamericano que establecían operaciones en la Isla (Muriente, 2007, p. 82). Posteriormente encontramos enmiendas al Código de Rentas Internas bajo el suplemento número I, titulado *Foreign Corporations*. Este suplemento incluía en la sección 251 de la ley, bajo el título *Income from source within Possessions of United States*,⁵⁵ que los beneficios contributivos a las empresas norteamericanas que operaban en el momento se extendían a la Isla y demás posesiones de los Estados Unidos. El beneficio contributivo de las empresas establecidas en Puerto Rico y otras posesiones, podía ser utilizado como parte del ingreso bruto de las fuentes de la actividad dentro de los Estados Unidos (inciso a). La ley beneficiaba a las empresas que su ingreso bruto de los pasados tres años fuera mayor del 80%, en las operaciones en un territorio de los Estados Unidos (Muriente, 2007, p. 82). Además, la corporación tenía que cumplir con el requisito de que el 50% o más de su ingreso bruto fuera resultado del comercio en el

⁵⁵ *US Statutes at Large 1939 Vol. 53, Part 1, Internal Revenue Code.*

territorio de los Estados Unidos.⁵⁶ Posteriormente, esta sección 251 tuvo enmiendas y al ser la principal estas la que convirtió el beneficio contributivo para los territorios en la sección 931 de 1954.⁵⁷ En términos de lo relacionado a las condiciones del beneficio contributivo que ofrecía la sección anterior, la sección 931 experimentó cambios. El propósito principal del congreso para el cambio fue estimular a las empresas de origen estadounidense, a través de una sección dedicada a activar el comercio entre los territorios y los Estados Unidos.

En el informe sobre la Estrategia de Desarrollo Económico de Puerto Rico, preparado en noviembre de 1975, dirigido al Consejo Financiero del Gobernador Rafael Hernández Colón, el Comité Interagencial dirigido por el economista Miguel Echenique, expresó la importancia del beneficio contributivo de los Estados Unidos a las empresas norteamericanas establecidas en la Isla cuando dice: “El incentivo de la exención contributiva y la sección 931 del Código de Rentas Internas de los Estados Unidos han sido instrumentos extremadamente útiles para el desarrollo industrial de Puerto Rico”. Añade al informe Echenique, que una revisión realizada por la *National Planning Association*, con sede en Washington DC, determinó que las leyes de incentivos industriales en Puerto Rico eran muy efectivos (Echenique y otros, 1975, p. 35). El comentario presentado por Echenique, fue como resultado, del crecimiento industrial y económico que había experimentado la Isla en la década del 1960, como resultado de que las empresas norteamericanas escogieron instalar operaciones en Puerto Rico.

El 4 de octubre de 1976 el congreso norteamericano aprobó la *Ley Tax Reform Act of 1976*.⁵⁸ Esta ley incluyó una enmienda al Código de Rentas Internas del gobierno de los Estados Unidos, que añadió la sección 936 bajo el título *Puerto Rico and possession tax credit*, y a su vez sustituía la aplicación a la Isla de la sección 931 (Scarano, 2008, p. 661). La nueva sección aplicable a la Isla limitaba, además, la aplicación de la sección 901 sobre crédito foráneo utilizado por las empresas al momento de la distribución de dividendos a los individuos, lo que representaba un beneficio existente hasta entonces.⁵⁹ La enmienda a la Ley establecía un crédito contributivo

⁵⁶ *US Statutes at Large 1939 Vol. 53, Part 1, Internal Revenue Code.* pp. 79-80.

⁵⁷ *USCA, Title 26, Internal Revenue Code, Chapter 1, Income Taxes, Section 931,* pp. 291-302.

⁵⁸ *USCA, Title 26, Internal Revenue Code, Chapter 1, Income Taxes, Section 936,* pp. 315-353.

⁵⁹ *US Statutes at Large 1976, Vol. 90, Part 2, 90 Stat. 1645-1646.*

aplicado a las corporaciones domésticas de los Estados Unidos que establecían operaciones en las posesiones y su localización matriz y capital permanecía en los Estados Unidos (Muriente, 2007, p. 83).

La sección 936 representó un beneficio contributivo para las corporaciones que cumplieran con dos condiciones: que los ingresos de su actividad representara el 80% o más del ingreso bruto y que provenga por los pasados tres años de fuentes de las posesiones de los Estados Unidos; que el 50% del ingreso bruto de la corporación proviniera por los pasados tres años de negocios dentro de la posesión de los Estados Unidos. Otro beneficio de iniciativa local para las empresas acogidas a este incentivo era que mientras mantuvieran las ganancias depositadas en los bancos en Puerto Rico, no tenían la obligación de pagar el 10% de impuesto en la Isla conocido como el *Tollgate Tax* (Maldonado, 1997, p. 211). La industria de productos químicos, y el sector de las farmacéuticas fue el más beneficiado cuando reportó en el 1997, el 57% de todos los créditos contributivos informados en los Estados Unidos bajo esta sección (Bosworth y Collins, 2008, p. 26).

C. Periodo económico del 1980 al 2013

El 24 de enero de 1987, se aprueba, por la legislatura la Ley 8 que se conoció como la Ley de Incentivos Contributivos de Puerto Rico.⁶⁰ La nueva Ley concedía una exención sobre el ingreso del 90% durante todo el periodo de exención, manteniéndose el concepto de Zonas de Desarrollo en cuatro zonas para la Isla. Además, la Ley establecía un 10% de contribución cuando la empresa decidía distribuir sus ganancias que se conocía como *Tollgate Tax*. En la Sección 2, inciso (b) (d) (1) calificaba como negocio elegible para acogerse a la exención productos manufacturados en escala comercial luego del 1ro de enero de 1947.⁶¹ La Sección, además, establecía una contribución para las empresas acogidas al incentivo de .00075 por volumen de ventas para un Fondo Especial. El Fondo Especial asignaba (2/3) partes del mismo para “la investigación científica y técnica y el desarrollo de nuevos productos y procesos industriales, lo cual podría

⁶⁰ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 1986, Segunda Sesión Ordinaria de la Decima Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 910. Ley 8.

⁶¹ Ibid. p. 818

realizarse, entre otros, directamente o en acuerdo con agencias gubernamentales, o con universidades públicas o privadas o con cualquier persona natural o jurídica con competencia y experiencia...”.⁶² Las principales empresas que se beneficiaron del incentivo local además de la Sección 936 del Código de Rentas Internas del gobierno de los Estados Unidos, fueron catalogadas como de alta tecnología, a saber: la industria farmacéutica, los instrumentos profesionales y científicos, la industria de maquinaria eléctrica y la electrónica, entre otras (Green, 1998, p. 371). El impacto positivo de este incentivo para la Isla fue tal que para el 1988, de las 2,100 operaciones manufactureras existentes, el 28% tenía una relación directa con la fabricación de productos de alta tecnología (Green, 1998, p. 371). En cuanto al empleo, para el 1994, las empresas que se beneficiaban de la sección 936 generaron 110,000 empleos directos (González y Ruíz, 199_, p. 4). Con el cambio en la Ley el sector de productos químicos, por su proceso continuo de innovación y utilización de alta tecnología fue el más afectado. En el 1996, las exportaciones de productos químicos alcanzaron el 48% del total de las exportaciones de la Isla.⁶³

La sección 936 creada en el 1976 sufrió nueve enmiendas poco significativas por parte del Congreso de los Estados Unidos entre los años 1978 al 1990 (USCA, 2011, p. 344). En el 1990, 430 corporaciones estaban acogidas a los beneficios de la Sección con unas ventas netas de \$24,550,572,716, y un ingreso neto de \$8,854,025,456.⁶⁴

La secuela de cambios importantes a la sección comenzó en agosto de 1993 bajo el *Omnibus Budget Reconciliation Act*,⁶⁵ se enmendaron significativamente los beneficios que ofrecía la sección 936. Esta Ley enmendada establecía que las empresas que deseaban continuar disfrutando del crédito contributivo por operar en la Isla tenían que escoger entre dos alternativas. La primera alternativa que les presentaba la ley era la conocida como *percentage limitation*, consistía de dos partes: primera parte un 60% por pago de salarios más los beneficios pagados a estos y la segunda parte consistía de un 15% a 60 % por concepto de depreciación en propiedad mueble. La segunda alternativa

⁶² Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 1986, Segunda Sesión Ordinaria de la Decima Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 910. Ley 8. p. 830

⁶³ Junta de Planificación, Estado Libre Asociado de Puerto Rico 1996, Negociado de Análisis Económicos.

⁶⁴ Departamento de Hacienda del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, noviembre 1995, Oficina de Asuntos Económicos y Financieros, Banco de Datos de las Corporaciones 936.

⁶⁵ *U.S. Code Congressional and Administrative News, 1993, 107 Stat. 489-490, Pub. L. 103-66, Sec. 13227.*

del beneficio se conocía como *economic activity limitation*, atendía la limitación del porcentaje de crédito para las ganancias repatriadas y comenzaba para el 1994 en 60% de crédito y se reducía anualmente a base de 5% anual hasta alcanzar el 40% en el 1998 y se mantendría desde ahí en adelante. Estas enmiendas a la sección 936 permitieron que continuaran beneficiándose del incentivo contributivo, tanto a las empresas intensivas en mano de obra, como a las intensivas en capital. Para el 1995, de las 353 empresas elegibles para el beneficio contributivo bajo esta Sección, 264 se acogieron a la segunda alternativa *economic activity limitation* (Dietz, 2003, p. 146). El cambio en el beneficio contributivo que trajo esta enmienda afectó más a las empresas de capital intensivo, con una reducción de un 40% en el primer año de implementación (Miller, 1999, pp. 170-171).

En agosto de 1996 el Congreso de los Estados Unidos aprobó el proyecto de Ley *Small Business Job Protection Act*.⁶⁶ La nueva Ley representó un significativo cambio en su sección conocida como *Termination of Puerto Rico and possession tax credit*, porque eliminaba en un periodo de diez años los beneficios en forma total que ofrecía la sección 936 para todas las empresas acogidas por estar establecidas en la Isla. El Congreso, dominado en su mayoría por representantes del Partido Republicano, estaba ávido de hacer recortes presupuestarios, por lo que determinó que esta sección representaba una evasión contributiva legal para las empresas que se establecían en la Isla (Scarano, 2008, p. 664). El debate en el Congreso de los Estados Unidos para eliminar el beneficio de la sección 936 estaba enfocado principalmente en que el tesoro estaba dejando de recibir \$2,080 billones en impuestos y las ganancias excesivas de las empresas farmacéuticas como resultado de los altos precios de los productos (Meléndez y Ruíz, 1998, p.126). Cuando comienza activamente la discusión del proyecto para la eliminación de la sección representantes del gobierno, incluyendo al Gobernador Pedro J. Roselló, se movilizaron hacia el Congreso para defender la permanencia de la misma (Curet Cuevas, 2003, p. 158). Añade, Curet Cuevas (2003, p.159) que el Gobernador Roselló, cambió su postura y el compromiso de su partido político en defensa de este importante incentivo que formó

⁶⁶ *U.S. Code Congressional and Administrative News, 1996, 110 Stat. 1322- 3008, Pub. L. 104-188, Sec. 1601.*

parte del Programa de Gobierno⁶⁷ y se unió a las voces de Washington, que por distintas razones proponían la eliminación del beneficio contributivo. El cambio de postura del Gobernador Roselló, estaba dirigido por la motivación política del cambio de estatus de la Isla para orientarlo hacia la inclusión de Puerto Rico como un estado de los Estados Unidos (Curet Cuevas, 2003, p. 158).

Según Dietz (2003, p. 139) la eliminación de la sección 936 cortó una de las vías principales de la estrategia de industrialización que comenzó con la Operación Manos a la Obra. Añade Dietz que el apoyo a la eliminación de estos incentivos fue resultado del cabildeo dirigido por los seguidores del estatus de la estadidad para Puerto Rico (Dietz, 2003, p. 139). Al momento de la eliminación de la sección 936 como incentivo contributivo para la Isla, existían fondos, sobre \$15 billones depositados en los bancos locales relacionados a estas empresas, como resultado principal de las ganancias de estas compañías (Maldonado, 1997, p. 213). Por otro lado, la nueva Ley añadió la sección 30A conocida como *Puerto Rican Economic Activity Credit*.⁶⁸ Esta sección otorgaba un crédito a las empresas domésticas norteamericanas calificadas, que no estaban acogidas a la sección 936 con beneficios similares a los ofrecidos. El beneficio terminaría en el 2005 al igual que los ofrecidos por la sección 936 (Dietz, 2003, p. 148). Para los ingresos tributables de las actividades foráneas el crédito sería por todos los costos relacionados a la nómina de los empleados y depreciación, además otorgaba créditos por impuestos pagados localmente. Según Dietz (2003, p. 151) desde el comienzo de la vigencia de la sección 936 hasta el principio de la eliminación, en el 1994, se habían creado en la Isla 333mil puestos de empleo.

El 2 de diciembre de 1997, como resultado de una actualización a los beneficios contributivos que ofrece la Isla, se aprobó la Ley 135 conocida como la Ley de Incentivos Contributivos de 1998.⁶⁹ Esta Ley se dirigía a proveer incentivos enfocados a la creación y retención de empleos con inversión directa en adiestramientos, planta física e investigación y desarrollo. La ley establecía una tasa mínima de 2% hasta una máxima de

⁶⁷ Partido Nuevo Progresista, Programa de Gobierno 1993-1996, inciso a, p. 35.

⁶⁸ *U.S. Code Congressional and Administrative News, 1996, 110 Stat. 1322- 3008, Pub. L. 104-188, Sec. 1601.* p. 1831.

⁶⁹ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 1997, Parte 1, 1ra. y 2da. Sesiones Ordinaria – 1ra. Extraordinaria de la Decimotercera Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 1002.

contribución de 7% sobre el ingreso de fomento industrial y eliminaba el impuesto conocido como *Tollgate Tax* al momento de las empresas repatriar las ganancias obtenidas en Puerto Rico. La Ley permitía, además, a la Compañía de Fomento Industrial redefinir lo que significa el término Ingreso de la siguiente manera: el ingreso neto de un negocio exento derivado de la operación declarada exenta por esta Ley; el ingreso proveniente de las actividades de inversión elegibles descritas en la Ley; el ingreso neto derivado por concepto de la venta de patentes, regalías o cualquier otro derecho a recibir ingresos relacionados con actividades o propiedad intangible resultantes de las operaciones declaradas exentas por esta Ley; el ingreso que el negocio exento obtenga como resultado del cambio de su moneda en un momento dado y que sea atribuible a la venta de sus productos exentos en países extranjeros; el ingreso resultante de la distribución de dividendos o beneficios por una corporación o sociedad que es integrante de un negocio exento y que sea atribuible a ingresos de fomento industrial derivado por dicho negocio exento; y el ingreso obtenido de pólizas de seguros por interrupción de negocio siempre que no haya reducción en el nivel de empleo, en el negocio exento como resultado del acto que dio lugar al cobro de tal ingreso. En la revisión de la Ley 135 del 1998, se introduce una deducción de 200% como resultado del gasto por concepto de adiestramiento y mejoramiento de los recursos humanos. La deducción del gasto incurrido no podía exceder el ingreso de fomento industrial en el año contributivo. Además, tenía una deducción especial por los gastos en adiestramientos que se dirigían a mejorar la productividad, la calidad y las destrezas de comunicación de los empleados en exceso del promedio anual incurrido en los tres años contributivos anteriores a la fecha de efectividad de esta Ley. Otra novedad de esta Ley era la deducción por gastos de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos industriales, o el mejoramiento de los mismos. La deducción era de 200% del gasto incurrido y ésta no podía exceder el ingreso de fomento industrial en el año contributivo. En caso de que las deducciones para un año determinado excedieran el ingreso de fomento industrial esta deducción no podía tomarse.

En octubre de 2004 el congreso norteamericano aprobó la *Ley American Jobs Creation Act of 2004*.⁷⁰ La Ley, en su sección 402, bajo el título de *Characterization of Overall Domestic Loss*, enmienda la sección 902 del Código de Rentas Internas y permitía a las corporaciones domésticas que tenían pérdidas y estaban acogidas a la desaparecida sección 936 a descontar las mismas del impuesto tributable luego del 31 de diciembre de 2006.

La Ley más reciente en el tema de incentivos contributivos en Puerto Rico se conoce como la Ley 73, del 28 de mayo de 2008, conocida como la Ley de Incentivos Económicos para el Desarrollo de Puerto Rico.⁷¹ En el título de la Ley dice: “...proveer el ambiente y las oportunidades adecuadas para continuar desarrollando una industria local; ofrecer una propuesta contributiva atractiva para atraer inversión directa foránea y fomentar el desarrollo económico y mejoramiento social en Puerto Rico...”.⁷² La Ley en la Sección I, establece la Declaración de Política Pública del Gobierno de Puerto Rico, con el propósito que sea la ley la que conduzca el desarrollo económico. La nueva Ley reconoce en el inciso número 4 de siete y expone: “Apoyar las iniciativas del sector privado, la academia, las empresas comunitarias, y los municipios. Esto, con el propósito de contribuir al desarrollo económico de Puerto Rico a través de la innovación, la investigación y el desarrollo, e inversión en infraestructura necesaria para una mejor calidad de vida y eficiencia en las operaciones industriales”. La Ley destaca la importancia y lo presenta como novedad, que tiene para el desarrollo económico de la Isla los proyectos e iniciativas de la empresa, academia, organizaciones sin fines de lucro y las regiones a través de los municipios. En el inciso 7 de siete, en la Exposición de Motivos añade “sobre lo que deberá ser la política pública de Puerto Rico, a saber: ...apoyar los esfuerzos que se están desarrollando a nivel regional para promover el desarrollo económico y la innovación tecnológica. Dichos esfuerzos, que integran: gobierno, empresa y academia, ya han comenzado a rendir frutos y es menester apoyar

⁷⁰ *U.S. Code Congressional and Administrative News, 2004, 118 Stat. 1418-2808, Pub. L. 108-357, Sec. 402.*

⁷¹ *Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2008, Parte 1, 6ta. 7ma. Sesiones Ordinarias y 5ta. Sesión Extraordinaria de la Decimoquinta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 4350. Ley 73.*

⁷² *Ibid.* p. 304

los mismos, para asegurar su contribución al futuro económico de Puerto Rico”.⁷³ Los objetivos de la Ley incluyen: mantener una industria base y fortalecer las cadenas de abasto; desarrollar la industria local; atender los asuntos no contributivos que afectan la competitividad, tales como los costos de operación, en particular los de energía, simplificación de permisos y asuntos laborales; y el mejoramiento de los recaudos municipales. La Ley reconoce como negocio elegible, la prestación de un servicio en Puerto Rico, mediante subcontratación, que sea fundamental para el proceso de producción de un negocio exento de manufactura que pertenezca a los conglomerados (clusters) clasificados como de alto impacto económico. Otra aportación de la Ley al tema de la innovación en la Isla es la determinación de “clusters”. Sobre la determinación de los “clusters”, la nueva Ley establece que el Director Ejecutivo de la Compañía de Fomento Económico, presentará el reglamento con los requisitos para determinar cuál industria califica para pertenecer a un “cluster” y recibir los incentivos gubernamentales. Los “clusters” considerados de alto impacto económico son: farmacéuticas; equipos y artículos médicos; alimentos; otros productos químicos; productos de computadoras y electrónicos; ropa; equipo, enseres y componentes electrónicos; y aeroespacial. El Director Ejecutivo puede presentar además, de los “clusters” que menciona la Ley, alguno otro que surja y requiera una determinación especial. La Ley describe además, los incentivos contributivos que concede que son: hasta 50% de crédito para actividades de I+D; hasta 50% de crédito por invertir en el uso de energía eficiente y equipo o maquinaria de energía renovable; hasta 50% de crédito en compras de productos manufacturados o reciclados localmente; deducción especial en inversión en estructuras, maquinaria y equipo; incentivo en programas de mercadeo promovido por PRIDCO para las empresas que generen ventas mayores a \$100 mil al año; un 4% de contribución sobre ingresos en desarrollo industrial por 15 años; y de 0% a 1% de impuesto sobre los ingresos de productos nuevos manufacturados en la Isla. La Ley 73 presenta la inclusión y las especificaciones de las áreas de propiedad intangible y actividad novedosa pionera. La Ley establece como la propiedad intangible:

“Patentes, inventos, fórmulas, diseños, patrones, conocimiento (“*know-how*”), derechos de autor (“*copyrights*”), secretos de negocios, composiciones

⁷³ Ibid. p. 308

literarias, musicales o artísticas, marcas de fábrica, sellos de fábrica (“*trade names*”) nombres de marca (“*brand names*”), franquicias, licencias, contratos, métodos, programas, sistemas, procedimientos, plusvalías, campañas, perspectivas (“*surveys*”), estudios, pruebas (“*trials*”) proyecciones, estimados, listas de clientes, data técnica o cualquier otra propiedad similar”.

Por otro lado, la Ley también establece cómo se determina lo que es una actividad novedosa pionera:

..... El Director Ejecutivo considerará el impacto económico que dicha actividad representará para Puerto Rico, a base de factores prioritarios, en particular:

- (i) el grado o nivel de utilización e integración de actividades de investigación y/o desarrollo a ser llevado a cabo en Puerto Rico;
- (ii) el impacto contributivo que la actividad novedosa pionera pueda generar en Puerto Rico;
- (iii) la naturaleza de la actividad;
- (iv) la inversión de capital a realizarse en planta, maquinaria y equipo;
- (v) la singularidad de la actividad novedosa pionera en Puerto Rico para el mercado internacional;
- (vi) las mejoras tecnológicas que serán parte de las operaciones; y
- (vii) cualquier otro factor que amerite reconocer la actividad como una actividad novedosa pionera, en vista de que la misma resultará en los mejores intereses económicos y sociales de Puerto Rico.

La Ley 73, además, en la Sección 2(d)(1)(D)(ii), encomendó al Director Ejecutivo de la Compañía de Fomento a crear los criterios mediante un reglamento para clasificar a un “cluster” como de alto impacto económico. El documento de reglamento fue completado por el Director Ejecutivo y presentado en el 2009 en el Departamento de Estado bajo el título: Reglamento para Clasificar a los Conglomerados.

En resumen, la economía de Puerto Rico se ha caracterizado porque a través de los últimos cien años ha sido una dependiente de la inversión de capital extranjero. Por

otro lado, la atracción de este capital industrial, que se produce a partir de la segunda mitad de los años 1940 y los avances tecnológicos, a partir de la segunda parte de la década de 1960, no fueron armonizados con el desarrollo y fortalecimiento de una industria nativa. Esta forma de desarrollo que se ha alcanzado se debe principalmente a la intervención del gobierno de la Isla por atraer el capital, a través de incentivos locales en combinación de otros incentivos otorgados por los Estados Unidos, para lograr el desarrollo y crear un crecimiento económico relativo en el País. La atracción de capital extranjero, ausente de la creación de eslabones de otros sectores productivos, tiene consecuencias y han perjudicado el desarrollo económico local que vivimos al presente. Una de las consecuencias es el énfasis en el progreso sin que lo acompañara el desarrollo, ya que esta situación conduce a una deficiencia en el desarrollo aunque se logre un aparente crecimiento económico.

3.2. UNA DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INNOVACION DE PUERTO RICO

3.2.1. -A modo de introducción.

En una descripción agregada de la capacidad tecnológica de la economía puertorriqueña, se evidencia una fuerte dependencia de la capacidad tecnológica principalmente de los EE.UU. Aunque desde la década de 1960 se identificó por la administración gubernamental de la Isla la necesidad incorporar la ciencia y la tecnología como parte del desarrollo económico, no es hasta los 80's que comienza a formalizar los esfuerzos dirigidos al establecimiento de una política de ciencia y tecnología. Los cambios de dirección en la administración pública ha tenido la consecuencia que los esfuerzos de han diluido, sin lograr avances significativos a través de los años. La tabla 2, muestra las diferencias entre Puerto Rico (PR) y los referentes que incluyen a los EE.UU, el País Vasco y el conjunto de la Unión Europea (UE-28). En lo relacionado a la inversión en la economía los gastos en I+D que se invierten en la Isla en relación al PIB, se encuentra en un 19% de la media de los comparables. Esta significativa diferencia se evidencia además cuando se compara el gasto en I+D del sector empresarial, el que

cuenta con un 0,29% del PIB y de igual manera se encuentra las personas dedicadas a I+D con 0,47% y los investigadores con 0,19% del total de la población ocupada.⁷⁴

En relación a la financiación del gasto en I+D en la Isla, la empresa cuenta la mayor contribución cuando se suma la aportación de la empresa local de 20,8%, a la contribución del capital extranjero de las empresas que operan en Puerto Rico que representa el 44,6%. Sobre la ejecución del gasto la empresa en la Isla mantiene el 66% de la actividad. En cuanto a la cantidad de ejecución en el gasto de la empresa que asciende a \$296,7 millones, es menor porcentualmente a la ejecución del País Vasco y los EE.UU. respectivamente. Aunque se refleja un aumento de 2,8% en el gasto por parte de la empresa en relación al 2009, proporcionalmente mantiene una reducción de 0,4% en este mismo periodo. En relación a la cantidad del gasto por parte de la administración, el gobierno local aporta el 3%. El 22% de los fondos proviene de transferencias del gobierno de los EE.UU. Esta dependencia de recursos para I+D del gobierno de los EE.UU. limita las propuestas de iniciativas locales que se dirijan hacia la consecución de proyectos propios.

En cuanto al tipo de actividad por sector la empresa en Puerto Rico carece de investigación básica cuando gasta sus fondos en la distribución siguiente; el 19% de los fondos son utilizados en investigación aplicada y el 81% en desarrollo experimental.⁷⁵ Por otro lado el sector público también carece de ejecución en el gasto de investigación básica cuando solamente gastó \$800 mil durante el 2012. Las instituciones de educación post secundarias mantienen el liderato del gasto en I+D en lo relacionado a la actividad de investigación básica cuando gastaron durante el mismo periodo \$91,1 millones o el 64% de los fondos. Además estas instituciones gastan en investigación aplicada \$38,5 millones y en desarrollo experimental \$13,2 millones.⁷⁶

Sobre los resultados de la investigación científica, la Isla mantiene unos resultados desfavorables en relación a los comparables. En materia de publicaciones científicas al 2012, la Isla mantiene un 0,71% lo que es evidencia de que la presentación de publicaciones no ha sido prioridad, tanto para la academia como para los

⁷⁴ Población ocupada en Puerto Rico al 2012 es 1,070,600 personas.

⁷⁵ Instituto de Estadísticas de Puerto Rico 2012. Gasto en I+D por sector y tipo de actividad, Empresas con investigación básica tiene \$800 mil mientras en investigación aplicada gasta \$54,9 millones y desarrollo experimental \$241 millones.

⁷⁶ Ibid.

investigadores de la empresa. Según la organización *American Association of Advancement of Science*, entidad que recopila las publicaciones a nivel global en el área de las ciencias, la tabla 1, nos muestra con las que cuenta la Isla, y mantiene registradas por año.

Tabla 1.
Publicaciones registradas por año 2009-2013.

Año	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Cantidad	13	15	11	13	9	61

Fuente: Recuperado en:

www.sciencemag.org/search?tmonth=Dec&andorexacttitle=and&resourcetype=HWCIT|HWELTR&firstpage=&fmonth=Jan&title=&hits=10&tyear=2010&titleabstract=&journalcode=sci&volume=&sortspec=relevance&andorexacttitleabs=and&tocsectionid=all&author2=&andorexactfulltext=and&author1=&fyear=2010&doi=&fulltext=Puerto%20Rico

En materia de la ejecutoria empresarial los datos de las patentes demuestran que las empresas no patentan sus esfuerzos de investigación en la Isla. Esto se debe a que las principales empresas que trabajan con áreas tecnológicas son extranjeras por lo que sus investigaciones principales se llevan a cabo en los centros de investigación en los EE.UU.

En las entrevistas realizadas por este investigador a ejecutivos de la industria farmacéutica en Puerto Rico, indicaron que las innovaciones se llevan a cabo en los procesos de operación y los beneficios de estas se mantenía como parte de las eficiencias intra empresa y la información solamente se compartía con otras subsidiarias a nivel mundial.⁷⁷

Según el Informe sobre la Composición Industrial en la Isla el empleo en la industria manufacturera de mediana y alta tecnología área alcanzó 31,753 personas.⁷⁸ Esta cifra representa el 3,30% del empleo asalariado promedio de Puerto Rico, por lo que es una cifra muy baja con relación a los referentes. Esto se debe principalmente a que las empresas de manufactura de mediana y alta tecnología son intensivas en capital por lo que no cuentan con una gran cantidad de empleados en su plantilla.

⁷⁷ Entrevista de investigación realizada a cuatro ejecutivos de empresas farmacéuticas multinacionales en la Isla, como parte de las siete preguntas sobre innovación en Puerto Rico. Las entrevistas fueron realizadas entre el 2012 al 2014.

⁷⁸ Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, Programa de Censo Trimestral de Empleo y Salarios de la División de Estadísticas, cuarto trimestre 2012. p. 4. Recuperado en: www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=IPiPDRNQ_EM%3d&tabid=186

Tomando los datos particulares de la industria farmacéutica en la Isla y según la JP informa para el 2012, existe una relación compensación a empleados vs. ingresos de propiedad de 7,4%.⁷⁹ Esto representa que la relación de compensación vs. ingresos de esta industria es la más baja del sector de manufactura en la Isla.

En cuanto las exportaciones de manufactura de media alta y alta tecnología están representan el 83% del total de exportaciones.⁸⁰ De estas exportaciones los productos farmacéuticos contribuyen con \$40,848.5 millones o el 83,5% del total de los productos de media alta y alta tecnología. Esta posición en relación a los comparables es una muy destacable.

Como resultado de los cambios y eliminación como lo fue la sección 936 del código de rentas internas del gobierno de los EE.UU. sobre incentivos contributivos, esto afectó al sector de manufactura de productos de media alta y alta tecnología. En el sector de productos farmacéuticos se ha mantenido con fluctuaciones moderadas de más o menos 2% por año, los productos de computadoras y electrónicos se han experimentado la caída más significativa reduciéndose 63,8% desde el 2008.⁸¹

La inversión en I+D de Puerto Rico con respecto al PIB es de 0,44 al compararse con Países latinoamericanos es favorablemente. Según los datos de la UNESCO, los Países de Latinoamérica que superan a la Isla en la inversión en I+D respecto al PIB son: Brasil con 1,16; Argentina con 0,62; Cuba con 0,61; Costa Rica con un 0,48; y México con un 0,46.⁸² Por otro lado Puerto Rico mantiene una inversión en I+D respecto al PIB superior a otros Países de la zona como: Chile con 0,42; Uruguay con 0,40; Panamá con 0,19; Colombia con 0,18; El Salvador con 0,07.⁸³ Añade el Banco Mundial que los Países latinoamericanos antes mencionados mantienen un PIB per cápita 60% o más menor al de Puerto Rico.⁸⁴

⁷⁹ Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Tabla 23. Distribución funcional del ingreso neto por sector industrial: Año fiscal 2012 revisado.

⁸⁰ Junta de Planificación de Puerto Rico, Informe Económico del Gobernador, Tabla 23 Exportaciones de Mercancía Registrada 2008-2012. Las exportaciones de mediana y alta tecnología según código NAICS.

⁸¹ Junta de Planificación de Puerto Rico, Informe Económico del Gobernador, Tabla 23. Exportaciones de Mercancía Registrada 2008-2012. Las exportaciones de mediana y alta tecnología según código NAICS.

⁸² Instituto de Estadísticas de Puerto Rico 2014 Tabla 1.1. Gasto en Investigación y Desarrollo (GERD) en relación al PIB. p. 37

⁸³ Ibid.

⁸⁴ World Bank, Browse by Country 2013. Recuperado en: www.worldbank.org/en/country

Esta referencia latinoamericana plantea un reto a los esfuerzos en inversión en I+D que debe dirigir la administración de la Isla, estableciendo una política orientada a la I+D+i, con pasos concretos dirigidos hacia la formación de investigadores, seguida de una estrategia por sector de la economía que diversifique las tecnologías y el desarrollo de estas.

Tabla 2.
Características comparadas de los sistemas nacionales de innovación de Puerto Rico, Estados Unidos, País Vasco y Unión Europea, 2012

Concepto	P.R.	EE.UU.	P. Vasco	UE-28
Inversiones en la Economía basada en el conocimiento				
- Gastos en I+D respecto al PIB (%).....	0,44	2,8	2,12	2,07
- Gastos en I+D ejecutado por el sector empresarial (% del PIB).....	0,29	1,95	1,61	1,31
- Personal en I+D (EDP) en ‰ s/población ocupada.....	0,47	nd	20,8	11,7
- Investigadores (EDP) en ‰ s/población ocupada.....	0,19	8,8 (4)	13,1	7,34
Financiación del Gasto (%)				
- Por la empresa.....	20,8	59,13	54,3	54,3 (4)
- Por la Administración.....	24,9	30,8	5,58	33,9 (4)
- Por otras fuentes.....	9,2	6,28	29,0	2,51 (4)
- Por el extranjero.....	44,6	3,8	0,51	9,29 (4)
Ejecución del Gasto (%)				
- Por la empresa.....	66,0	69,8	75,8	62,6
- Por la Administración.....	1,7	12,3	6,3	12,7
- Por la Universidad.....	31,7	13,8	17,8	23,7
- Por Instituc. privadas sin ánimo de lucro.....	0,4	4,03	0,4	1,02
Resultados tecnológicos				
- Artículos de difusión internacional por 10.000 habitantes.....	0,71 (1)	13,2 (2)	18,4	10,9 (2)
- Patentes nacionales (millón/hab.).....	22,1	870,6	68	109 (3)
- Empleo en industrias manufactureras de media-alta y alta tecnología (% empleo total).....	3,3	nd	11,7	1,1 (4)
- Exportaciones de manufacturas de media-alta y alta tecnología (% del total de exportaciones).....	83,0	17,8	10,87	1,27

Nota: Año del dato; (1)(2008), (2)(2009), (3)(2010), (4)(2011); nd significa, no disponible.

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico; IEPR (2014); Departamento del Trabajo y Recursos Humanos de Puerto Rico; Eurostat; Eustat; Informe Cotec (2014); European Commission; OCDE y World Bank.

Abordando la situación de las distintas instituciones que lo conforman el sistema de innovación en Puerto Rico. En primer lugar, presentaremos aquellas instituciones que trabajan a nivel de conocimiento básico y generan ese conocimiento científico-base que estará en la base de los desarrollos prácticos concretos. Estos agentes lo componen las universidades y centros públicos de investigación que son los configurarían el contexto científico. En segundo lugar, describimos aquellas instituciones como son los parques tecnológicos que conforman la infraestructura tecnológica y desarrollan proyecto de investigación que calificamos de aplicados por cuanto estarían orientados a proporcionar soluciones y soporte directo con interés práctico a la actividad de innovación de las empresas. En tercer lugar estudiamos las empresas que culminan los esfuerzos del sistema en cuanto a materializar el fenómeno de la innovación, generando aquel conocimiento susceptible de ser explotado comercialmente a través de nuevos productos y procesos. En cuarto lugar presentamos las instituciones de capital de riesgo en Puerto Rico. Terminaríamos nuestra descripción haciendo referencia a las características de las políticas científico-técnicas y las agencias regionales de fomento de la innovación en cuyo marco se diseñan y ejecutan las medidas que conforman las condiciones normativas en el que se desarrollan las actividades tecnológicas y se decide la financiación pública a actuaciones de I+D.

La innovación como modelo de desarrollo económico exige de ciertos elementos que garantizan su autenticidad y su éxito. Específicamente la innovación exige de la existencia de un sistema de colaboración entre instituciones u organizaciones enfocadas en la generación de unos productos o servicios y el compromiso de apoyo del País. El gran desafío para el País consiste en lograr organizar a los distintos sectores y gerencial la integración de esta red de participantes.

En Puerto Rico se han hecho esfuerzos para crear las instituciones y dirigir los esfuerzos hacia el desarrollo de la innovación. Nuestra investigación presenta las instituciones que conforman las distintas actividades relacionadas a la innovación en Isla, las hemos dividimos en dos grupos. En primer lugar presentamos las instituciones que

trabajan con el nivel de conocimiento básico, además de generar principalmente el conocimiento científico. Estos agentes incluye: las universidades públicas y privadas y los centros de investigación. En segundo lugar describimos las instituciones que conforman la infraestructura tecnológica y que desarrollan los proyectos de investigación aplicada, por estar orientados a proporcionar soluciones con interés práctico para las empresas.

Estudiamos además, las empresas como agentes que materializan el fenómeno de innovación, y que generan el conocimiento susceptible a ser explotado comercialmente a través de nuevos productos y procesos. Además describimos el marco y las características de las instituciones que apoyan, y las normativas dirigidas a los esfuerzos de la innovación en la Isla.

3.2.2. El contexto científico: instituciones orientadas a la investigación científica

Las instituciones orientadas a la investigación científica en la Isla mantienen un enfoque de investigación académica y dirigida principalmente a la investigación básica. Estos esfuerzos investigativos en Puerto Rico cuentan un mayor apoyo en las instituciones públicas, seguido muy distante por las instituciones privadas.

3.2.2.1. El sistema universitario de Puerto Rico

I. Introducción

El sistema universitario puertorriqueño se origina a principios del Siglo XX, por lo que sus dos principales universidades, cuentan con cien años de existencia. La Constitución de Estado Libre Asociado de Puerto Rico, establece el mandato de que “Toda persona tiene derecho a una educación que propenda al pleno desarrollo de su personalidad y al fortalecimiento de los derechos del hombre y las libertades fundamentales. Habrá un sistema de instrucción pública el cual será libre y enteramente

no sectario”.⁸⁵ La educación superior en Puerto Rico ha tenido crecimiento en número de instituciones privadas de educación en la Isla. La composición de las universidades en Puerto Rico consiste de seis instituciones públicas y 46 privadas de educación superior, y están acreditadas para ofrecer cursos para formación en certificados técnicos, licenciaturas, máster y doctorados.⁸⁶ La regulación de las instituciones de educación en la Isla incluye: al nivel elemental, secundario, técnico, universitario subgraduado (licenciatura) y graduado (masters y doctorados) proviene de la entidad conocida como el Consejo de Educación de Puerto Rico (CEPR). El CEPR es una entidad gubernamental con autonomía y autoridad, con el fin de reglamentar el sistema educativo de la Isla. Su estructura la dirigen nueve consejeros, nombrados por el gobernador por un término de cinco años. La función administrativa recae en un director ejecutivo. La creación del CEPR surge por virtud del Plan de reorganización número 2 de la Ley 182, conocida como la “Ley de reorganización y modernización de la Rama Ejecutiva”, del 17 de diciembre de 2009.⁸⁷ Los datos que mantiene el CEPR, refleja que la matrícula total en las instituciones de educación superior al año académico 2011-2012, fue de 250,011 estudiantes.⁸⁸

La Universidad en Puerto Rico (UPR), la principal institución de educación superior en la Isla, es un sistema multicampus fundada en el 1903. La creación de la UPR surge como una iniciativa por parte del estado con el propósito de formar personas en las distintas áreas académicas y la investigación.⁸⁹ Los recursos económicos con los que opera la UPR provienen principalmente de asignaciones establecidas por ley. La principal fuente de recursos que recibe por ley, asigna 9,6% que son provenientes del promedio de rentas anuales que ingresan al Fondo General de Tesoro Estatal.⁹⁰ Para el año fiscal 2014

⁸⁵ Documento de Constitución. Recuperado en:

www2.pr.gov/SobrePuertoRico/Documents/elaConstitucion.pdf. Sección 5 del Artículo II. p. 3

⁸⁶ Consejo de Educación de Puerto Rico, Directorio de Instituciones de Educación Superior. Octubre 2013

⁸⁷ Senado de Puerto Rico, Plan de Reorganización núm. 2 de 2010, Consejo de Educación. Artículo 5, p. 8

⁸⁸ Consejo de Educación de Puerto Rico, *Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)* por institución.

⁸⁹ Universidad de Puerto Rico, Vice presidencia de Investigación y Tecnología. Recuperado en: http://aceb.upr.edu/vpit/about_folder/bomedical.pdf.

⁹⁰ Según lo establece la Ley número 2 del 20 de enero de 1966 según enmendada, conocida la Ley de la Universidad de Puerto Rico.

la cantidad asignada fue de \$834 millones.⁹¹ En lo relacionado a la investigación científica, la Universidad de Puerto Rico es la que mayores recursos invierte. Del total de inversión económica en el año académico 2012-2013 el gasto en investigación ascendió a \$115,5 millones lo que representa el 9% del total del gasto operacional de la UPR.⁹² Aunque el gasto en investigación es muy bajo en relación al gasto operacional, es la institución de educación post secundaria que mayores recursos invierte en esta actividad.

Por otro lado, junto a la UPR, existen universidades privadas en Puerto Rico que llevan a cabo actividades de investigación, si bien con baja intensidad, si tenemos en cuenta que para el año académico 2011-2012, reportaron un gasto total de \$38,5 millones en este tipo de actividades.⁹³ La primera universidad privada del País por el tamaño de sus activos, número de estudiantes y empleados es la Universidad Interamericana de Puerto Rico (UIPR).⁹⁴ Cabe indicar que la UPR contaba con una matrícula de estudiantes subgraduados y graduados al año académico 2012 de 56,681 alumnos, mientras que la UIPR para el mismo periodo, mantenía una matrícula de 47,516 alumnos.⁹⁵

En materia de investigación, las universidades privadas tienen un protagonismo muy pequeño. Los recursos dedicados a la investigación en el año académico de 2011-2012 fue tan solo de \$38,5 millones. El gasto en investigación en el 2013 informado por la UIPR fue de \$1,2 millones lo que representó un 0,50% del total de gastos operacionales.⁹⁶ Estas cifras del gasto en investigación por parte de las universidades en Puerto Rico están muy distantes de lo que invierten en esta actividad las universidades de los Estados Unidos. Del total del gasto en el 2012 por las universidades en los EE.UU. en investigación el cual ascendió a \$65,774 mil millones, los que se desglosan por tipo de investigación de la manera siguiente: en investigación básica \$42 mil millones o el 63%; en investigación aplicada \$17,7 mil millones o 27%; y en desarrollo \$6,1 mil millones o

⁹¹ Comparecencia del Presidente de la UPR, ante la Comisión de Hacienda y Finanzas Públicas del Senado de Puerto Rico. Resolución del Senado número 544. 12 de marzo de 2014. p.10

⁹² Ernst & Young LLP, UPR Estados Financiero Auditado 2012.

⁹³ *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey. Higher education R&D expenditures, ranking by total expenditures R&D; FY 2012.*

⁹⁴ *Caribbean Business, The Book of List 2014. Puerto Rico's Top 400 Locally Owned Companies.* p. 47

⁹⁵ Consejo de Educación de Puerto Rico, Matrícula por nivel en las instituciones de educación superior, primera sesión académica 2011-2012.

⁹⁶ Universidad Interamericana de Puerto Rico, Sistema de Información *Banner Finance* 2013.

10%.⁹⁷ En el caso de Puerto Rico para el 2012 el gasto total en I+D fue de \$151,5 millones.⁹⁸ Es importante señalar que la inversión en fondos por parte del gobierno de los Estados Unidos a la investigación en las universidades en Puerto Rico mantiene una contribución significativa en lo que representa el total del gasto. Para el 2012 la aportación de recursos económicos del gobierno de los EE.UU. para I+D y dirigido a las universidades norteamericanas, incluyendo a las de Puerto Rico, ascendió a \$40,1 mil millones, lo que representó el 62,5% del total de fondos gastados por estas. Por otro lado, los EE.UU. asignaron durante ese mismo año a las universidades de Puerto Rico \$110,9 millones lo que representa el 73,2% del total de fondos utilizados para I+D en la Isla.⁹⁹ En lo relacionado a la aportación de la empresa para el 2012 a la investigación, en promedio de los Estados Unidos, esta contribuyó con \$3,3 mil millones o el 5,1% de los fondos a las universidades para investigación y en el caso de la Isla las empresas aportaron \$4,6 millones o el 3% del gasto.¹⁰⁰ Una cifra particularmente baja si tenemos en cuenta la escasa actividad de investigación que desarrollan las universidades.

Frente a estas cifras, el desglose del gasto en I+D de las universidades en Puerto Rico para el 2012.

Tabla 3.
Gasto para el año fiscal 2012 de las universidades en Puerto Rico en I+D
(en miles de dólares)

Total	Aportación del gobierno de los EE.UU.	Aportación del gobierno estatal	Aportación de la institución	Aportación de las empresas	Aportación de las organizaciones sin fines de lucro	Aportación de otras fuentes
151,532	110,968	3,938	29,678	4,599	2,085	264

Nota: Puerto Rico ocupa la posición 46 del total de 53, que incluye los 50 estados de los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas y Guan.

⁹⁷ *National Science Foundation/ National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education R&D expenditures, by source, character of work, institutions type: FY 2012.* Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/digest/funding.htm.

⁹⁸ *National Science Board, Science and Engineering indicator 2014 Digest, U.S. R&D Funding and Performance.* Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/digest/funding.htm

⁹⁹ *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey. Higher education R&D expenditures, ranking by total expenditures R&D; FY 2012; National Science Board, Science and Engineering indicator 2014 Digest, U.S. R&D Funding and Performance.* Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/digest/funding.htm

¹⁰⁰ Ibid. NSF

Fuente: *National Science Foundation/ National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey, FY 2012. Data from survey cycle FY 2012, as of 30 October 2013.*

Los recursos económicos que se utilizan en la Isla para I+D por parte de las universidades provienen principalmente a través de *National Science Foundation (NSF)*.¹⁰¹

La NSF es una agencia independiente del gobierno de los Estados Unidos, creada por ley el 10 de mayo de 1950, con el propósito de “*To promote the progress of science; to advance the national health, prosperity, and welfare; to secure the national defense...*”.¹⁰² La primera otorgación de fondos por \$10,300 de la NSF fue realizada en febrero de 1952 al Instituto de Investigación de Cáncer, con el propósito de estudiar el efecto una hormona en ácido graso del metabolismo.¹⁰³ Esta Fundación cuenta con un presupuesto de \$7,2 mil millones para el año fiscal 2014.¹⁰⁴ Entre los fondos que provee el gobierno de los EE.UU. a través de la NSF, se encuentran los asignados a los *Federal Funded Research and Development Centers (FFRDC's)*. Estas organizaciones son financiadas en forma exclusiva o de manera sustancial por fondos provenientes del gobierno de los Estados Unidos. De los 39 centros existentes en los EE.UU. y territorios, Puerto Rico cuenta con uno, y es el *National Astronomy and Ionosphere Center*, en el Municipio de Arecibo. Para el año fiscal 2012, los FFRDC's gastaron en proyectos de I+D \$17,446 mil millones, lo que representó una cantidad menor a la utilizada en el año fiscal 2011 que ascendió a \$17,8 mil millones.¹⁰⁵ Del total de los \$17,446 mil millones de recursos disponibles para proyectos de investigación, \$17 mil millones provinieron de

¹⁰¹ Lobato y Vega (2014). Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial. San Juan: Consejo de Educación de Puerto Rico. Recuperado en:

[www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20\(2014\).pdf](http://www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20(2014).pdf).

¹⁰² Sobre *National Science Foundation*. Recuperado en: www.nsf.gov/about/

¹⁰³ *A Time line of NSF History*. Recuperado en: www.nsf.gov/news/special_reports/history-nsf/1952_first_grants.jsp

¹⁰⁴ Sobre *National Science Foundation*. Recuperado en: www.nsf.gov/about/

¹⁰⁵ Britt, R. (January 2014). *Federally Funded R&D Centers Report Declines in R&D Spending in FY 2012*. *National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics*. Arlington, VA. p.1. Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/inbrief/nsf14308/?org=NSF.

fondos del gobierno de los EE.UU. y \$446 millones se obtuvieron de otras fuentes como lo fueron gobierno estatal, empresas privadas y organizaciones sin fines de lucro.¹⁰⁶

El total de los fondos FFRDC's es administrado instituciones como: las universidades, las organizaciones sin fines de lucro y la industria. La tabla 4, muestra el detalle del gasto FFRDC's administrado por las universidades.

Tabla 4.
Gasto por las FFRDC's por año administrados por las universidades en los EE.UU. (en millones de dólares)

Año Fiscal	Total del gasto en Investigación	Gasto en investigación básica	Gasto en Investigación aplicada y desarrollo	Aportación del gobierno de los EE.UU.
2007	5,855	1,756	4,099	nd
2008	4,702	1,628	3,073	nd
2009	4,959	1,804	3,155	4,811
2010	5,330	2,194	3,135	5,178
2011	5,270	2,230	3,040	5,132
2012	5,174	2,160	3,014	5,028
Total	31,336	11,772	16,361	20,149

Nota: Años seleccionados

Fuente: *National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, FFRDC Research and Development Survey.*

Todo propósito de desarrollar una política nacional de innovación tiene que partir el triángulo de éxito de la innovación. Esto significa que hay que cristalizar un balance saludable respecto a tres factores que componen el “*yin and yang*” de las claves de éxito de la innovación en un mundo globalizado donde hay que asegurar la integración de unos componentes fundamentales para el éxito de esta gestión. Los tres sectores que componen esta fórmula de integración son: el sector gubernamental; el sector de las universidades; y el sector empresarial. Por la relación de Puerto Rico con los EE.UU. es necesario que los investigadores, diseñadores y analistas de política pública adviertan la experiencia de las universidades norteamericanas en términos de inversión y/o gasto en el renglón de investigación y desarrollo.

¹⁰⁶ Ibid. p.6

Los Estados Unidos tienen una tradición de realizar inversiones sistemáticas en investigación básica y en investigación aplicada en las principales universidades del País. A partir de los datos contenidos en la tabla se puede observar un comportamiento bastante estabilizado en lo que respecta al total de gastos en investigación en las instituciones postsecundarias. Observando el gasto en estas instituciones por año comenzando en el 2007, cuando se contaba con un total de inversión de \$5,8 mil millones y terminando los datos de la tabla 4, en el 2012 los fondos de investigación contaba con \$5,1 mil millones. Aunque se muestra una reducción en el total de los fondos asignados, se puede apreciar un incremento en las partidas de investigación básica que aumenta de \$1,7 mil millones en el 2007 hasta el total de \$2,1 mil millones en el 2012. Este comportamiento en el gasto implica que las universidades muestran una inclinación investigativa en el que mantiene el énfasis en la investigación básica cuando los fondos asignados aumentaron 19,1% en cinco años. En lo que respecta al gasto de investigación aplicada y desarrollo durante este periodo se registra una reducción en el total fondos de \$4 mil millones a \$3 mil millones.

Es prematuro el argumentar que la universidad se dedica a la investigación básica como una clara tendencia, ya que esta actividad a veces se mueve hacia los laboratorios de investigación que son privados.

II. La Formación en la Universidad: los estudios de post grado

La importancia de la formación en la Universidad es porque tiene un papel fundamental que desarrolla en relación con la avance en el conocimiento de los recursos humanos. De la calidad de la formación que sea capaz de conseguir va a depender la disponibilidad de recursos humanos que puedan tener las empresas y los centros tecnológicos entre otros, para materializar sus tareas de investigación. Para analizar el desempeño de las universidades de Puerto Rico en este terreno nos vamos a fijar en las cifras relativas a la formación de posgrado que se imparte en las citadas universidades entendiendo que nos recogen la formación de recursos que estarían en disposición de iniciar una carrera de investigación. Obsérvese que la consideración de programas de posgrado como referente se apoya en la concepción de que se trata de estudios de alto

nivel y en los que los aprendizajes relacionados con las actividades de investigación ocupan un lugar relevante en sus contenidos formativos. A través de estos programas estaremos en condiciones de conseguir en los graduados una comprensión completa del área de conocimiento en que se inscribe y además tiene una vertiente práctica en la medida en que nos permitirá dominar las técnicas de investigación necesarias para llevar a cabo tareas de investigación.

La importancia de medir la capacidad de producir grados post doctorales en materia de ciencias, ingeniería y salud se utiliza como un indicador que permite auscultar la solidez de los sistemas de formación de nuevo talento orientado a las disciplinas que potencian las gestiones de investigación y desarrollo. La próxima tabla recoge esta tendencia para el año académico 2011 en Puerto Rico.

Relacionado a datos, la tabla 5, nos muestra los estudios post doctorales para los alumnos en las áreas de ciencia, ingeniería y salud durante el año académico 2011.

Tabla 5.
Alumnos para el 2011 realizando estudios post doctorales por institución y áreas de estudio.

Clasificación	Institución	Área ciencia	Área ingeniería	Área salud	Total
179	U. PR Río Piedras	29	0	0	29
223	U. PR Ciencias Médicas	11	0	0	11
286	U. Central del Caribe	4	0	0	4
292	U. PR Mayagüez	1	2	0	3
312	Escuela de Medicina de Ponce	1	0	0	1
Total		46	2	0	48

Nota: La clasificación corresponde al total de 319 universidades en los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas.

Fuente: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, NSF-NIH Survey of Graduates Student and Postdoctoral in Science and Engineering, by field: 2011.*

Para el año 2011 en Puerto Rico se otorgaron un total de 48 grados post doctorales, 46 de ellos en las áreas de ciencias y dos en el área de ingeniería. Por otro lado, no se otorgó ningún grado post doctoral en el área de salud. Sánchez (2010, p. 220) explica que las instituciones de educación superior del País han formado científicos e

ingenieros, aunque es baja en la formación de doctores en estas áreas. Según el NSF, para el 2012, aumentaron los graduados doctorales en las áreas de ciencia e ingeniería de las universidades en Puerto Rico, 67 doctores en las áreas de ciencias y 12 en las áreas de ingeniería.¹⁰⁷ Es evidente que la formación de doctores en las áreas de ciencias e ingeniería no puede ser un esfuerzo aislado, porque este logro al presente, ha sido insuficiente debido a la ausencia de un proyecto de País orientado a la I+D. La definición de un proyecto de País debe contar con una misión clara, la que permitiría a los doctores enfocarse en la investigación con el propósito de alcanzar y superar la falta de articulación entre los sectores orientados a la investigación y desarrollo (Sánchez 2010, p. 221).

La clasificación de doctores en el área de la salud refleja, con la excepción de la UPR Rio Piedras, las universidades en Puerto Rico, se encuentran en la cola en lo relacionado a la otorgación de grados doctorales. De la misma manera se proyecta una tendencia escuálida a producir grados doctorales que puedan enfatizar en la investigación y el desarrollo. La tabla 6, recoge la información que estaba disponible acerca de estas gestiones.

¹⁰⁷ *National Science Foundation, Table 7- Doctorate-granting institutions, by state or location and major science and engineering fields of study: 2012.* Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/sed/2012/pdf/tab7.pdf

Tabla 6.
Alumnos para el 2012 realizando estudios doctorales, por institución y áreas de especialidad de estudio.

Universidad	Total todas las especialidades	Ciencias Vivas		Ciencias Físicas					Ciencias Sociales	Ingeniería			
		Ciencias biológicas y biomédicas	Ciencias de la salud	Química	Ciencias de las computadoras e información	Geo ciencias	Matemáticas	Física y Astronomía	Sicología	Otras Especialidades en Ingeniería	Ingeniería Química	Ingeniería Civil	Ingeniería de Materiales
U. Carlos Albizu	38	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0
U. Interamericana	11	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
Escuela de Medicina de Ponce	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U. Pontificia Católica	25	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
U. PR, Mayagüez	18	2	0	4	1	0	0	0	0	2	6	2	1
U. PR, Ciencias Médicas Campus	9	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U. PR, Río Piedras	76	13	0	20	0	2	2	9	29	0	0	0	1
Total	183	28	2	24	1	2	2	9	103	2	6	2	2

Fuente: *National Science Foundation, Table 7- Doctorate-granting institutions, by state or location and major science and engineering fields of study: 2012.* www.nsf.gov/statistics/sed/2012/pdf/tab7.pdf

En materia del desarrollo de profesionales con grados doctorales en Puerto Rico para el 2012, se otorgaron 183 grados doctorales los mismos se desglosan de la manera siguiente:

- 28 ciencias biológicas
- 2 ciencias de la salud
- 24 química
- 1 ciencias información
- 2 geo-ciencias
- 2 matemáticas
- 9 física y astronomía
- 103 psicología
- 2 especialidades de ingeniería
- 6 ingeniería química
- 2 ingeniería civil
- 2 ingeniería de materiales

Estos estudios graduados que se obtienen por los estudiantes en las distintas áreas de ciencia y tecnología ocurren por motivación propia los intereses particulares y no están dirigidos por una política de formación de investigadores por área de necesidad investigativa o como resultado de un plan nacional de I+D.

III. La Actividad de I+D en la Universidad de Puerto Rico

a. Los gastos totales

Otro ángulo a considerar con el mismo propósito de establecer la tendencia de las universidades en Puerto Rico a invertir en la actividad de investigación es la inversión total en I+D por año fiscal del gobierno de los EE.UU. En la tabla 7, se recogen los datos para el periodo del 2007-2012 para Puerto Rico.

Tabla 7.
Inversión total en I+D por año fiscal de los EE.UU. en las universidades de Puerto Rico. (miles de dólares)

Universidad	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
U. PR Ciencias Médicas Campus	38,863	35,570	41,668	39,134	64,017	45,649	264,901
U. PR Rio Piedras	22,345	35,665	31,592	30,515	32,582	33,099	185,798
U. PR Mayagüez	21,738	20,094	20,991	26,475	34,424	32,115	155,837
Escuela de Medicina de Ponce	9,103	7,686	7,085	8,934	10,502	11,586	54,896
U. Metropolitana	248	505	597	1,888	2,387	9,472	15,097
U. Central del Caribe	9,446	8,243	7,484	7,122	7,515	7,313	47,123
U. del Turabo	417	532	423	6,620	7,098	6,953	22,043
U. PR Humacao	4,449	5,225	2,135	1,971	1,976	1,949	17,705
U. PR Cayey	861	1,224	1,735	927	1,474	1,916	8,137
U. del Este	407	416	709	1,372	1,358	1,480	5,742
U. Interamericana de PR	nd	292	683*	1,035*	1,089*	1,292*	4,391
U. PR Ponce	ne	ne	ne	ne	360	639	999
U. Politécnica de PR	1,127	241	ne	ne	160	439	1,967
Total	109,004	115,693	115,102	125,993	164,942	153,902	784,636

Inversión en I+D total U. PR	\$ 115,367	75%
Inversión en I+D total U. Privadas	38,535	25%
Total para el 2012	153,902	100%

Nota: Año fiscal federal (EE.UU.) cubre el periodo del 1 de octubre al 30 de septiembre; El informe califica para la posición a 912 universidades de las encuestadas en los EE.UU., Puerto Rico e Islas Vírgenes norteamericanas; * Año fiscal 1 de julio al 30 de junio; Años seleccionados para Puerto Rico; ne-no elegible; nd-no disponible

Fuentes: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey; Higher education R&D expenditures, ranking by total expenditures R&D; FY 2003-2012; UIA Sistema BANNER Finance;*

Es evidente el incremento de \$109 millones a \$153 millones, en el período del 2007 al 2012 en la inversión total de investigación y desarrollo en las universidades en Puerto Rico. De cara al futuro se debe fomentar el que las universidades privadas aumenten su proporción de 25% del total de la inversión realizada. Esto con el propósito de robustecer todo el componente de investigación y desarrollo y que se distribuya la carga que actualmente asume la universidad del estado.

En esta misma dirección es necesario reconocer la tendencia a desarrollar personal universitario dedicado a la investigación y al desarrollo en Puerto Rico. La próxima tabla recoge los datos del personal dedicado a estos menesteres en el 2012 en universidades en Puerto Rico.

Tabla 8.
Personal universitario dedicado a I+D en Puerto Rico, año fiscal 2012

Nombre de la Institución	Total	Investigador principal	Otro Personal (apoyo)	Posdoctorados
Sector Público				
U. PR, Río Piedras	686	82	580	24
U. PR, Mayagüez	377	127	243	7
U. PR, Ciencias Médicas Campus	266	104	147	15
U. PR, Cayey	103	9	93	1
U. PR, Humacao	25	15	10	0
Total	1,457	337	1,073	47
Sector privado				
U. Metropolitana	562	5	557	0
Escuela de Medicina de Ponce	496	23	472	1
U. del Turabo	232	16	216	0
U. Central del Caribe (escuela de medicina)	142	38	104	2
U. del Este	81	4	77	0
Total	1,513	86	1,426	3

Nota: El investigador principal es el responsable del proyecto y por lo general está dedicado a tiempo completo a la investigación.

Fuente: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey, FY 2012. Data from survey cycle FY 2012, as of October 30, 2013.*

En materia del personal dedicado a las actividades de investigación y desarrollo para el 2012, se desprende de la información captada que existen un total de 2,970 profesionales trabajando en estos menesteres. De éstos 1,457 laboran en el sector público y 1,513 laboran en el sector privado. De los recursos dedicados a las gestiones del sector público 337 son investigadores principales, 1,073 son personal de apoyo y 47 son profesionales con estudios post doctorales. De los recursos dedicados a las gestiones del sector privado, 86 son investigadores principales, 1,426 son personal de apoyo y 3 son profesionales con credenciales post doctorales. Una perspectiva que hay que tomar en consideración y es que en el caso de la Universidad Metropolitana, el total de personal dedicado a las actividades de investigación y desarrollo incluye los diferentes puestos, técnicos, de oficina y administrativos. En el caso de las universidades que informan los datos de la actividad de investigación y desarrollo, éstas no divulgan la composición de posiciones que comprende el personal de apoyo, ya que esto no es requerido. En el caso particular del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR, que cuenta con un total de 266 personal dedicado a las actividades de investigación y desarrollo y 104 investigadores principales, hay que destacar que esta es una unidad de menor escala y con una alta concentración de investigaciones especializadas en ciencias naturales y un número apiñado de investigadores principales participando en las mismas investigaciones. Aunque la universidad pública muestra un mayor gasto en lo relacionado a personas dedicadas a la investigación que el gasto por el mismo concepto en las universidades privadas, esto se debe a que la universidad pública cuenta con un 79,7% de investigadores principales, mientras que las universidades privadas cuentan con un 20,3% que requieren mayor especialización. Además, la universidad pública cuenta con un 94% de profesionales con estudios de post grado, mientras que las universidades privadas cuentan con un 6%. Por otro lado el personal de apoyo a la investigación es mayor en la universidad privada un 57%, mientras que en la universidad pública es un 43%, el costo de este personal no especializado es significativamente menor.

En la tabla 9, se ilustra los recursos económicos de las universidades invertidos en I+D de fondos propios sin incluir los provenientes del gobierno de los Estados Unidos, lo que evidencia que los recursos han sido limitados. Este factor unido a las restricciones reglamentarias que han tenido los investigadores de la UPR con limitaciones para la investigación y atracción de mayores recursos y de esta manera ampliar las oportunidades.

Tabla 9.
Fondos propios invertidos por las universidades en I+D para el 2012

Nombre de la Institución	Total fondos propios dedicados para la investigación (en miles de dólares)
Sector Público	
U. PR, Río Piedras	7,304
U. PR, Mayagüez	7,195
U. PR, Ciencias Médicas Campus	6,385
U. PR, Cayey	341
U. PR, Humacao	0
Total	21,225
Sector privado	
U. del Turabo	5,919
U. Metropolitana	1,484
Escuela de Medicina de Ponce	0
U. Central del Caribe (escuela de medicina)	733
U. del Este	317
Total	8,453

Fuente: *National Science Foundation, NCSES Academic Institution Profiles, Total R&D expenditure by source of funds and R&D finance, FY 2012.*

Según los datos del NSF, el total de fondos propios de las universidades y dedicados para la investigación que fueron utilizados en el 2012, alcanzan el total de \$29,6 millones, y estos se desglosan en \$21,2 millones utilizados en el sector público y \$8,4 millones utilizados en las instituciones del sector privado. La partida de fondos

propios invertidos por la universidad pública representa un 71,5% del total de gasto de las instituciones postsecundarias.

En el caso de la UPR la tabla 10, muestra la distribución de los fondos por actividad investigativa durante el 2012.

Tabla10.
Fondos de la UPR por actividad y área de investigación para el 2012

CFDA*	Actividad de investigación	Fondos Asignados (en dólares)	Número de proyectos	Investigación en Tecnología	Investigación en Ciencias
47.041	Ingeniería	2,743,310	5	2	3
47.049	Ciencias físicas y matemáticas	7,371,703	8	5	3
47.050	Geociencia	975,208	4	0	4
47.070	Ciencias de computación e información	676,728	2	1	1
47.074	Ciencias biológicas	11,247,270	14	1	13
47.075	Ciencias sociales, conducta y económicas	296,635	1	0	1
47.076	Recursos humanos y educación	22,238,701	13	4	9
47.081	Oficina del Director y programas experimentales	6,000,000	1	1	0
Total		51,549,555	48	14	34

*Nota: El *Catalog of Federal Domestic Assistance (CFDA)* es el referente para clasificar los programas, proyectos y actividades en las que gobierno de los EE.UU asigna fondos.; Años Fiscales.

Fuente: *NSF, Active awards by State and NSF Organization*. Recuperado el 18 de julio de 2014 en: www.nsf.gov/awardsearch/simpleSearchResults?queryText=engineering+grants&ActiveAwards=true.

En Puerto Rico para julio de 2014, la NSF tiene adjudicados fondos para 61 proyectos dirigidos a la investigación en las áreas de tecnología y ciencias.¹⁰⁸ Con esta cantidad de proyectos la Isla ocupa de las posiciones finales en relación a los 50 estados y las jurisdicciones de los EE.UU., seguido por Islas Vírgenes con ocho proyectos y Guan con seis proyectos.¹⁰⁹

Como se desprende de la tabla 10, evidencia que la UPR cuenta con 48 proyectos de investigación dedicados a ciencias y tecnología, además, el conglomerado de universidades que compone el Sistema Universitario Ana G. Méndez,¹¹⁰ contribuye con

¹⁰⁸ *NSF, Active awards by State and NSF Organization*. Recuperado el 18 de julio de 2014 en: www.nsf.gov/awardsearch/simpleSearchResults?queryText=engineering+grants&ActiveAwards=true.

¹⁰⁹ *Ibid.*

¹¹⁰ El Sistema Ana G. Méndez es un conglomerado de universidades privadas compuesto por tres instituciones que son: Universidad del Turabo, Universidad Metropolitana y Universidad del Este.

10 proyectos, y 3 proyectos correspondientes a la UIPR, la Universidad Central y del Caribe y el EDP Univesity College.

En el caso de la UPR, siendo la universidad que más fondos para investigación recibe, estos provienen de veintiséis agencias del gobierno de los EE.UU. Estos fondos son dirigidos a través de la NSF, quien ha asignado fondos para la investigación en proyectos por código. Los fondos que son asignados para los proyectos de investigación para las universidades se llevan a cabo en forma competitiva y cuentan con una aportación que se otorga para tres a cinco años.

Los datos que se recogen en las tablas 9 y 10, demuestran que el esfuerzo de investigación y desarrollo en términos comprensivos y generales son tímidos y discretos y existen muchas oportunidades para expandir, diversificar y fortalecer la gestión de investigación que se realiza en las universidades del País. Hay que mencionar que no existe una cultura asertiva de investigación y desarrollo en el conglomerado de instituciones universitarias en el País. Es imperativo, trabajar con el desarrollo de una política nacional y vigorosa que inserte al sector universitario de una manera protagónica en el quehacer de estas gestiones científicas, estratégicas y necesarias para fortalecer la competitividad de la sociedad.

b. Los gastos por área de conocimiento

Es pertinente observar la tendencia de inversión por área de estudios en las universidades, ya que hay algunas áreas más propensas que otras a realizar investigación y desarrollo que pueda tener una consecuencia concreta en materia de innovación.

Tabla 11.
Inversión total por área de estudio en las universidades de Puerto Rico en I+D para el año fiscal 2011. (en miles de dólares)

Universidad	Total año 2011	Ciencias ambientales	Ciencias vivas	Ciencias de computadoras y matemática	Ciencias físicas	Sicología	Ciencias sociales	Combinación de ciencias e ingeniería	Ingeniería	Otras áreas no relacionadas a las ciencias e ingeniería
U. PR Ciencias Médicas Campus	64,017	0	64,017	0	0	0	0	0	0	0
U. PR Mayagüez	34,424	8,672	3,188	1,088	4,105	0	244	24	16,188	915
U. PR Río Piedras	32,582	3,253	8,871	187	15,161	1,600	1,062	0	5	2,443
Escuela de Medicina de Ponce	10,502	0	10,502	0	0	0	0	0	0	0
U. Central del Caribe	7,515	0	7,515	0	0	0	0	0	0	0
U. del Turabo	7,098	27	255	0	0	0	0	0	128	6,688
U. Metropolitana	2,387	1,065	341	334	0	0	0	0	0	647
U. PR Humacao	1,976	0	145	0	1,831	0	0	0	0	0
U. PR Cayey	1,474	76	0	5	191	0	62	733	0	407
U. del Este	1,358	0	1,166	0	0	0	0	0	0	192
U. Politécnica de PR	360	42	0	55	0	0	0	0	143	120
U. PR Ponce	160	0	154	0	0	0	0	0	0	6
Totales	163,853	13,135	96,154	1,669	21,288	1,600	1,368	757	16,464	11,418

Nota: El informe califica 912 universidades de las encuestadas en los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes norteamericanas

Fuente: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey Higher education R&D expenditures, ranked by field in all R&D expenditures: FY 2011*

En materia de la inversión de investigación y desarrollo por área de estudio en las universidades de Puerto Rico, podemos advertir que el total agregado para el 2011 alcanza la suma de \$163,8 millones. La misma se desglosa por áreas de estudios de la forma siguiente;

- \$13,1 millones en ciencias ambientales
- \$96,1 millones en ciencias vivas
- \$1,6 millones en ciencias de computadores y matemáticas
- \$21,2 millones en ciencias físicas
- \$1,6 millones en psicología
- \$1,4 millones en ciencias sociales
- \$757 mil en combinación de ciencias e ingeniería
- \$16,4 millones en ingeniería

- \$11,4 millones en otras áreas no relacionadas a las ciencias y la ingeniería

Tabla12.

Inversión total por área de estudio en las universidades de Puerto Rico en I+D para el año fiscal 2012 (en miles de dólares)

Universidad	Total año 2012	Ciencias ambientales	Ciencias vivas	Ciencias de computadoras y matemática	Ciencias físicas	Sicología	Ciencias sociales	Combinación de ciencias e ingeniería	Ingeniería	Otras áreas no relacionadas a las ciencias e ingeniería
U. PR Ciencias Médicas Campus	45,649	0	45,649	0	0	0	0	0	0	0
U. PR Río Piedras	33,099	3,469	9,164	469	11,994	2,199	1,599	1,084	1,899	1,222
U. PR Mayagüez	32,115	7,093	3,487	924	3,955	203	0	5	15,476	972
Escuela de Medicina de Ponce	11,586	0	11,586	0	0	0	0	0	0	0
U. Metropolitana	9,472	0	594	409	7,089	0	0	0	0	1,380
U. Central del Caribe	7,313	0	7,313	0	0	0	0	0	0	0
U. del Turabo	6,953	15	64	0	0	0	0	0	536	6,338
U. PR Humacao	1,949	0	243	0	1,706	0	0	0	0	0
U. PR Cayey	1,474	76	0	5	191	0	62	733	0	407
U. del Este	1,358	0	1,166	0	0	0	0	0	0	192
U. PR Ponce	639	0	639	0	0	0	0	0	0	0
U. Politécnica de PR	439	38	0	227	41	0	0	0	57	76
Total	152,046	10,691	79,905	2,034	24,976	2,402	1,661	1,822	17,968	10,587

Nota: El informe califica 912 universidades de las encuestadas en los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes norteamericanas

Fuente: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Academic Institution Profile: Total R&D expenditures, by source of fund and R&D field: 2012*

En el 2012 se registra una reducción de \$11 millones en la inversión total de investigación y desarrollo, la cifra alcanza el total de \$152 millones. La misma se desglosa por áreas de estudios de la forma siguiente;

- \$10,6 millones en ciencias ambientales
- \$79,9 millones en ciencias vivas
- \$2,0 millones en ciencias de computadores y matemáticas
- \$24,9 millones en ciencias físicas
- \$2,4 millones en psicología
- \$1,6 millones en ciencias sociales

- \$1,8 mil en combinación de ciencias e ingeniería (CRECIMIENTO VS 2011)
- \$17,9 millones en ingeniería
- \$10,5 millones en otras áreas no relacionadas a las ciencias y la ingeniería

La inversión en investigación en la Isla es baja en comparación con los 52 estados y jurisdicciones de los EE.UU. Según la encuesta del IEPR, Puerto Rico cuenta con un gasto en I+D de 0,44% en relación al PIB, lo que lo ubica en la posición 51, solamente seguido de Wyoming.¹¹¹ Esta relación se refleja además, la cantidad en los grados y post grados en las áreas de las ciencias que obtienen los estudiantes en la Isla. Sobre los proyectos de investigación básica, los esfuerzos dependen de la otorgación de fondos de los EE.UU., con el efecto que causa el que ocurran reducciones en las asignaciones y las consecuencias en los proyectos en progreso.

Haciendo una especial referencia a la investigación en las áreas de ingeniería, entendiendo que se trata de aquellas con una mayor significación desde el punto de vista de la innovación empresarial por cuanto nos recogen esfuerzos dirigidos a la mejora de la competitividad de los procesos que se manejan, los datos de la tabla ponen de manifiesto que el volumen de esfuerzos dirigidos en esta dirección tienen un alcance muy pequeño. Un comportamiento compatible con una realidad productiva es caracterizada por una fuerte presencia de empresas multinacionales con sus centros de investigación localizados fuera de la Isla y que, por tanto, no van a estar interesadas en contratar con las universidades de Puerto Rico las actividades que puedan llevar a la mejora de sus procesos. Por otro lado, tampoco parece que la propia universidad haya hecho ningún esfuerzo por desarrollar la investigación en estas áreas lo cual constituye un indicador de que la Isla va a tener una escasa capacidad para generar actividades de forma endógena a partir de modelos de ingeniería desarrollados en el interior del País.

¹¹¹ IEPR, Encuesta de Ciencia y Tecnología. Tabla comparación con Estados Unidos- Gasto en Investigación y Desarrollo en relación al PIB estatal.

Tabla 13.
Gasto en I+D en el área de ingeniería en las universidades de Puerto Rico
(en miles de dólares)

Universidad	Total del gasto en las áreas de la Ingeniería	Aeronáutica/ astronáutica	Bio ingeniería/ biomédica	Química	Civil	Eléctrica	Mecánica	Metalúrgica /materiales	Otras áreas de ingeniería no clasificadas
U. PR Mayagüez	16,188	0	439	3,879	2,657	4,686	1,254	2,137	1,136
U. Politécnica de PR	143	0	0	0	59	84	0	0	0
U. del Turabo	128	0	0	0	0	0	0	0	128
U. PR Río Piedras	5	0	0	0	5	0	0	0	0
Total	16,464	0	439	3,879	2,721	4,770	1,254	2,137	1,264

Nota: 1). El informe califica 460 facultades de ingeniería de las universidades encuestadas en los Estados Unidos, Puerto Rico e Islas Vírgenes norteamericanas

2). Las facultades de ingeniería en Puerto Rico están acreditadas por la *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET). Esta entidad con sede en los Estados Unidos ha otorgado sobre 3,100 acreditaciones a escuelas de ingeniería del mundo.

Fuente: *National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey; Total higher education R&D expenditures in engineering, ranked by engineering R&D total, by subfield: FY 2011.*

La cantidad de inversión en materia de investigación y desarrollo que se realiza en el Recinto de Mayagüez de la UPR es casi la totalidad registrada para el 2011. Esto implica grandes oportunidades para el desarrollo de política pública que permita la distribución de esta carga en las demás instituciones universitarias de forma tal que se fortalezca toda la plataforma de investigación dedicada a estos menesteres.

c. Resultados de la Investigación Universitaria

En el estudio que desarrollado por Lobato y Vega (2014) identificaron tres investigaciones académicas de profesores o investigadores académicos que trascendieron el ámbito académico y comercializaron sus descubrimientos por los que se consideran *spin-off*.¹¹²

¹¹² Lobato y Vega, 2014. Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial. San Juan: Consejo de Educación de Puerto

El primero que mencionan fue desarrollado por el Dr. Young Jihn Kim, profesor de la UPR Mayagüez y se conoce como la empresa *Cutting Edge Superconductors, Inc.* El producto de la investigación del doctor Kim, y un equipo de 14 colaboradores es sobre la utilización de material superconductor para realizar estudios clínicos a un costo 40% menor a los que se conocen hoy de resonancia magnéticas de imágenes. La segunda empresa a la que hace referencia el estudio es la desarrollada por el Dr. Oscar Moreno, profesor de la UPR Río Piedras, conocida como *Gauss Research Laboratory, Inc.* El producto que dio origen a la empresa es el dominio de las direcciones de internet que terminan en punto pr (.pr). La tercera empresa que menciona el estudio, es la fundada por la profesora y Dra. Belinda Pastrana, de la UPR Mayagüez, y se conoce como *Protein Dynamic Solutions, Inc.* La empresa desarrolló una proteína conocida como Centrin-1¹¹³ que ayuda a detectar en etapas tempranas el cáncer de páncreas.

Según la investigación realizada por el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, sobre la economía del conocimiento la Isla se posiciona, al 2007, en renglón de patentes en la posición 37 de 130 Países evaluados.¹¹⁴

La experiencia de universitaria y académica en la creación de patentes es algo relativamente nuevo. Según Lobato y Vega (2014) la primera patente de la UPR fue aprobada en 1991, y de una universidad privada en el 2010. Añaden que la cantidad de patentes de las universidades en Puerto Rico es mayor al promedio de los EE.UU., el problema en la Isla es que no se comercializan una vez alcanzada. La información que provee la UPR sobre las patentes que han resultado de las investigaciones llevadas a cabo por sus investigadores y profesores por los pasados seis años son mostrados en la gráfica 6.

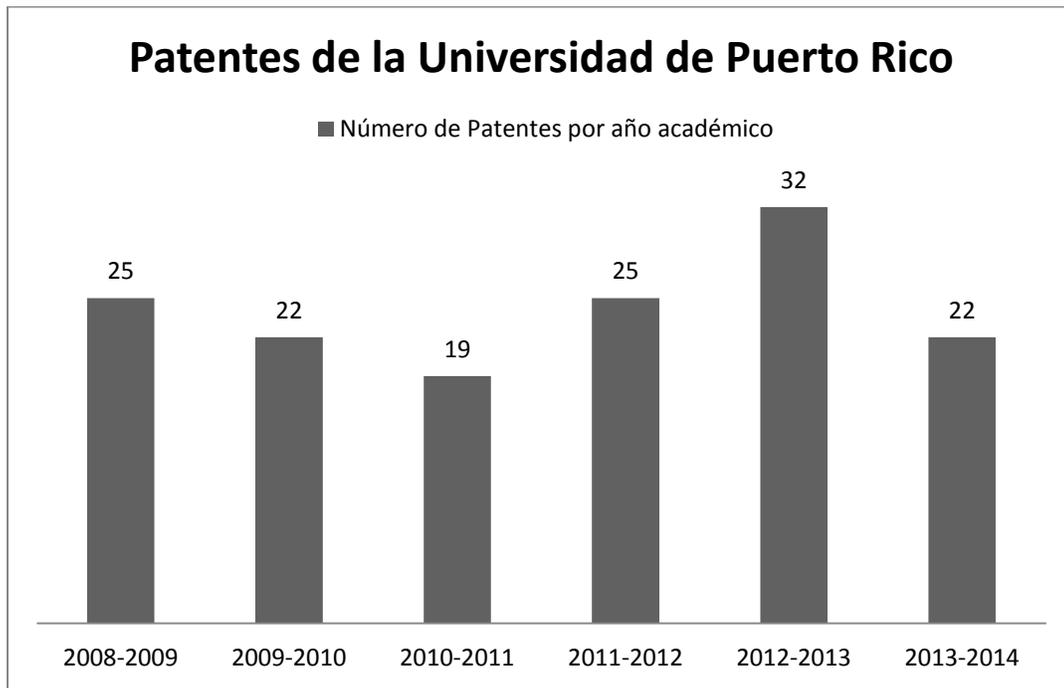
Rico. Recuperado en:

[www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20\(2014\).pdf](http://www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20(2014).pdf).

¹¹³ Periódico *El Nuevo Día*, Promesa para un diagnóstico temprano. 6 de marzo de 2014. p. 70

¹¹⁴ Índice de Economía del Conocimiento 2009, p. 8

Gráfica 6.
Patentes de la Universidad de Puerto Rico por año académico



Fuente: UPR Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización

Desde el 2001 la UPR ha logrado comercializar cuatro de sus patentes en el área de luminiscencia en acuerdo con una empresa norteamericana del estado de Georgia.¹¹⁵

En cuanto a las publicaciones académicas como resultado de las investigaciones en ciencias y tecnología de las universidades en Puerto Rico, la base de datos Scopus, que recoge los artículos revisados de revistas especializadas, presentan la información de las publicaciones de la Isla en la tabla 14.

¹¹⁵ La Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la UPR, la institución no puede divulgar el nombre de la empresa, como parte del acuerdo de colaboración entre la UPR y empresa.

Tabla 14.
Artículos revisados en revistas especializadas por año

Año	2009	2010	2011	2012	2013
UPR					
Artículos de investigaciones originales	501	537	467	513	467
Artículos de revisión de literatura	28	34	45	39	32
Total de artículos	529	571	512	552	499
UIAPR					
Total de artículos	3	2	5	11	5
Universidad del Turabo					
Total de artículos	11	13	10	4	3
Universidad Metropolitana					
Total de artículos	1	1	1	4	3
Total por año	544	587	528	571	510

Áreas del conocimiento de los artículos

Medicina
Ciencias biológicas
Biología molecular
Ciencias de materiales
Química
Ingeniería
Ingeniería química
Ciencias de computadoras

Nota: universidades seleccionadas

Fuente: Scopus. Recuperado en: www.Scopus.com

Por otra parte la *National Science Board*, registra para los EE.UU. por estado, las publicaciones realizadas por las universidades y prepara un informe conocido como *Science and Engineering Indicators 2014 State Data Tool*.¹¹⁶ Según las cifras que ofrece el informe sobre los artículos académicos publicados por doctores en ciencias e ingeniería, el registro de la Isla presenta; 204 artículos en el 2008 y 181 artículos en el 2010.¹¹⁷

¹¹⁶ *National Science Board*. Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/seid14/index.cfm/state-data/table.htm?table=49.

¹¹⁷ *National Science Board*. Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/seid14/index.cfm/state-data/table.htm?table=49.

Estas cifras de publicaciones de la Isla es la más baja en comparación con los 50 estados de los EE.UU.

En resumen las universidades en Puerto Rico, mantienen un bajo nivel en publicaciones relacionado a las investigaciones que se llevan a cabo en el País. Este desempeño guarda relación cuando se considera discreto número de patentes que se presentan de las investigaciones de la Isla. Un efecto de estos *outputs* es que no contribuye significativamente a las actividades económicas que necesita el País en la actualidad y de cara al futuro. También es evidente que el esfuerzo de esta área de investigación no es una prioridad para el sector de las universidades del País, por lo que los datos reflejan una seria fragilidad en este renglón que es tan necesario en la globalización de la economía y para potenciar la actividad económica del País para los próximos años. Se puede reconocer que el País lucha por superar una fuerte tradición en las universidades del País de cultura de impartir la enseñanza y de investigación básica, sin una política y estrategias concretas para conectarse con los sectores productivos de la actividad económica. Los datos son una prueba considerable de que este es el caso.

3.2.2.2. Los Centros de Investigación Públicos

Para implementar una estrategia de innovación se requiere que las actividades de I+D se implementen en forma sistemática y que se diseñe una sólida estructura y se dispongan recursos especializados para la mismas (Dringoli, 2009, p. 128). Según Dringoli (2009, p. 131) las actividades de I+D una vez determinadas deben ser organizadas en cuatro fases o etapas de acuerdo a los requisitos o especificaciones del proyecto. Las fases que presenta son: Definición que resulte en las especificaciones; Prototipo que resulte en un piloto; Determinación del equipo a ser utilizado, evaluación del mercado y plan de producción que resulte en nuevo producto; y Construcción e instalación que resulte en el comienzo de la producción. La determinación de las etapas tiene importancia porque permite establecer el calendario de tiempo aproximado en las que se trabaja cada proyecto.

En Puerto Rico los centros de investigación públicos están vinculados principalmente a las universidades. La relación de estos centros mantiene un nivel de autonomía y autogestión. El primero que mencionamos es el *National Astronomy and Ionosphere Center*, en el pueblo de Arecibo. El centro establecido en el 1963 está operado y administrado por el *SRI International* (SRI). SRI es una organización sin fines de lucro, organizada por *Stanford Research Institute* de la Universidad de Stanford en el 1946. Desde 1970 SRI se separó de la Universidad de Stanford, convirtiéndose en una institución independiente dedicada a la investigación e innovación. La Universidad Metropolitana (UMET) y la UPR, colaboran en los proyectos de investigación que se realizan en el Observatorio. El conocido más comúnmente como el Observatorio de Arecibo, se dedica a la investigación de la astronomía, estudios planetarios y las ciencias espaciales y atmosféricas en el radio telescopio más sensitivo de un solo plato reconocido en el mundo.¹¹⁸ El financiamiento para la operación investigativa proviene de los fondos de la NSF. El financiamiento que provee la NSF, se asigna a través de los *Federally Funded Research and Development Center* (FFRDC). Los criterios dispuestos por el FFRDC, para que un centro de investigación acceda a los fondos dirigidos a proyectos incluye: la entidad debe estar separada de una matriz; que reciba más del 70% de fondos del gobierno de los Estados Unidos; mantenga un presupuesto anual de sobre \$500 mil; mantenga o espere mantener una relación a largo plazo (cinco años o más) con la entidad (agencia del gobierno) que auspicia.¹¹⁹ Los logros en investigación alcanzados por el Observatorio, incluye las publicaciones de sus investigadores en las áreas de astronomía del radio y las ciencias del espacio atmósfera. La tabla 15, muestra el número de publicaciones como resultado de las investigaciones por año.¹²⁰

¹¹⁸ Recuperado en: www.naic.edu/general/index

¹¹⁹ Recuperado en: www.nsf.gov/statistics/ffrdclist/gennotes.cfm

¹²⁰ Recuperado en:

http://redirect.hp.com/svs/rdr?TYPE=4&tp+iefavs&s+hp_plus&pf+cnnb&locale=en_PR&bd=all&c+114

Tabla 15.
Publicaciones por año de las investigaciones del Observatorio de Arecibo

Año	Cantidad
2009	29
2010	47
2011	38
2012	33
2013	30
Total	177

Fuente: Arecibo Observatory Bibliography

Las publicaciones de las investigaciones son aceptadas en revistas arbitradas y son citadas, por lo que cuenta con reconocimiento mundial.¹²¹ En relación a la colaboración de investigación entre el observatorio y la empresa no se encontró evidencia de que existan esfuerzos en conjunto.¹²² En el Observatorio de Arecibo cuenta con una plantilla compuesta por: 12 investigadores principales; 2 investigadores post doctorales; y 74 personas de apoyo administrativo.¹²³

El segundo de los centros dedicados a la investigación en Puerto Rico, se conoce como el Edificio de Ciencias Moleculares (ECM). El ECM es un centro de reciente creación especializado en investigación científica y fue diseñado y construido a un costo de \$72 millones e inaugurado en mayo del 2012. Su estructura cuenta con 153 mil pies cuadrados dedicados a laboratorios de investigación para el desarrollo de tecnología avanzada.¹²⁴ Para la administración de la UPR, el edificio crea el espacio para desarrollar investigaciones científicas inter y multidisciplinarias, además de contribuir al desarrollo de empresas de tecnología. Al presente el centro alberga iniciativas investigativas y las cuales se encuentran en proceso de desarrollo. Estas iniciativas se conocen como: 1) *Drug Discovery Center*, el cual es un laboratorio dedicado a la reproducción de imágenes tridimensionales; 2) *Center*, desarrolla investigaciones en ciencias vivas, en colaboración

¹²¹ Recuperado en: http://redirect.hp.com/svs/rdr?TYPE=4&tp+iefavs&s+hp_plus&pf+cnnb&locale=en_PR&bd=all&c+114

¹²² Entrevista con el Dr. Jonathan Friedman, Investigador Senior del Departamento de Ciencias Atmosféricas y del Espacio del Observatorio de Arecibo.

¹²³ Recuperado en: www.naic.edu/naic_allstaff.php?pageNum_staff_list=0&totalRows_staff_list=89

¹²⁴ Recuperado en: <http://noticias.universia.pr/en-portada/noticia/2012/12/05/986765/upr-inagura-edificio-ciencias-moleculares.html>

con la industria farmacéutica. Al presente el centro *Clinical Bio Region*, colabora en el *HIV Prophylactic Vaccine Project*, el que cuenta con la colaboración de una empresa farmacéutica local y cuatro empresas multinacionales, el PRSTRT y PRIDCO. Esta investigación planificada para cinco años, persigue descubrir la vacuna contra el virus de inmunodeficiencia humana (VIH).¹²⁵

El ECM cuenta con una plantilla de 290 investigadores de la UPR y menos de diez personas de apoyo administrativo para los distintos proyectos investigativos que se llevan a cabo.¹²⁶ Entre los logros investigativos alcanzados durante el 2012 al 2014 por los investigadores del ECM en el área de las ciencias vivas, se encuentra haber radicado cuatro solicitudes de patente ante la USPTO.¹²⁷

En la zona oeste de la Isla y bajo el *Puerto Rico Technoeconomic Corridor* (PRTEC) se encuentran dos centros de incubación y desarrollo de empresas. El primero conocido como *Technology Business Accelerator* (ViTEC2) que es una incubadora creada en el 1999 con el propósito de que las empresas de alta tecnología tuvieran un lugar para innovar y comercializar. La misión de ViTEC2 es “estimular un ambiente de éxito donde los científicos, inventores y empresarios puedan transformar sus hallazgos de las investigaciones con base tecnológica en una aventura de negocios exitosa”.¹²⁸ Entre los objetivos que persigue es el de comercializar nuevas tecnologías creadas por las universidades, instituciones de investigación y la empresa privada. Otro objetivo que persigue es aumentar las oportunidades de investigación entre la comunidad académica y la industria.¹²⁹ Entre los proyectos de empresas locales que se encuentran en las facilidades de incubación de ViTEC2, se muestran en orden alfabético en la tabla 16.

¹²⁵ Recuperado en: <http://prsciencetrust.org/2013/puerto-rico-becomes-center-of-research-for-hiv-aids-vaccine/>

¹²⁶ Datos de la UPR, provistos por Oficina de Innovación y Transferencia Tecnológica.

¹²⁷ Datos de la UPR, provistos por Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización. Por razón de estar presentada la solicitud ante la USPTO, el detalle de la información del proyecto es confidencial.

¹²⁸ Recuperado en: http://prteonline.com/files/2913/5846/0624/Vitec2_Client_manual_ver_11_11.pdf

¹²⁹ Recuperado en: <http://prteonline.com/index.php/facilities/vitec2-technology-incubator/vitec2-services/>

Tabla 16.
Proyectos locales de incubación en ViTEC2

Nombre	Línea de negocio
Atlas Bits	Desarrollo de Software y consultores de IT
Caribbean Bio Technologies	Bio Aerosol para identificación de ataque biológico
CDI Laboratories	Desarrollo y mercadeo de aparatos médicos y terapéuticos para la salud humana
Caribbean Thermal Technologies	Sistemas solares y eficiencia energética
Crawlability	Soluciones para Internet y software de empresas
Cutting Edge Superconductors	Tecnología de cables de magneto para máquinas de pruebas médicas
Environmental Policy Solutions	Estudio de las conductas humanas y el efecto ambiental
EssigPR	Soluciones analíticas y diseño para la industria de motores de aviones
Medirec	Servicio tecnológico de apoyo en línea para cumplimiento de regulación de información médica de pacientes
NanoEssentials	Facilitar el uso de nanoparticulas para diversos propósitos médicos
Organizational Solutions	Servicios de sicología y disciplina de intervención organizacional
Phidelix Technologies	Soluciones electrónicas de manejo datos y documentos confidenciales
Rebexa Group	Soluciones de registro único para productos terapéuticos
Renewable Solutions Engineering	Integración, desarrollo y utilización de tecnologías energía renovables
Score	Reparación de crédito y manejo de disputas crediticias

Fuente: PRTEC Tenants ViTEC2, *La Quinta Industrial Site*.

El tercero de los centros se conoce como *Bioprocess Development and Training Complex* (BDTC). En el BDTC se provee el espacio de colaboración entre gobierno, empresa y academia para aumentar el potencial de manufactura en biotecnología, la investigación, el bio proceso y adiestramiento.¹³⁰ El BDTC es una incubadora de ciencias con el fin de que empresas arrenden sus facilidades y desarrollen proyectos de investigación básica. Algunas de las empresas que han llevado a cabo investigaciones en el BDTC son: *CDI Laboratories* y *PR Protein Characterization Laboratories*. Además ha desarrollado actividades de colaboración con la empresa de biotecnología Amgen, para llevar a cabo una inmersión en biotecnología para profesores de ciencias.

Las facilidades de BDTC están ubicadas en el GRIP cuentan un espacio de 29,000 pies cuadrados¹³¹ con salas multiusos incluyendo 10,000 pies cuadrados con laboratorios de ciencias, equipados para la investigación. Las facilidades de servicios que ofrece BDTC

¹³⁰ Recuperado en: <http://prteonline.com/index.php/facilities/bdtd/>

¹³¹ Equivale a 2,694.2 metros cuadrados

incluye: desarrollo de procesos; equipos para evaluación; colaboración en investigación; formación según las necesidades; contratos para llevar a cabo I+D.¹³² Según los datos obtenidos por este investigador, el BDTC cuenta con una plantilla de tres empleados administrativos y ningún investigador.

El cuarto de los centros identificados se conoce como el *Guanajibo Innovation Center* (GIC). Este centro ubicado en uno de los edificios del GRIP alberga dos empresas que de alta tecnología en comunicación. La primera empresa es Lockheed Martin, una empresa norteamericana la cual estableció en el centro, el servicio que ofrece consiste en apoyo operacional técnico conocido como *Service Desk* a otras localidades de la empresa.¹³³ La empresa desde esta facilidad ofrece un servicio de: administración de activos; solución de problemas; redes de comunicación; administración de proyectos; y manejo de bases de datos. La segunda empresa ubicada en el GRIP, es la empresa local Mutual Link. Esta empresa se dedica a proveer una plataforma para redes de comunicación de enlaces de emergencia para organizaciones gubernamentales y privadas como lo son: policía; bomberos; hospitales; escuelas y universidades entre otros.¹³⁴ De las actividades que dan cuenta que llevan a cabo ambas empresas se concentran en apoyo a la investigación y no se desprende de la información provista que realizan investigaciones propias. La ubicación física de ambas empresas en el GRIP, permite que la operación se amplíe y sirvan de plataforma para proyectos de investigación futura en las áreas de aeronáutica y comunicaciones.

La información sobre las iniciativas que se llevan a cabo en estos centros de investigación es algo significativa y dirigida principalmente por la colaboración de la academia. Aunque esta práctica de ausencia de coordinación, según la literatura no puede considerarse a la Isla en su conjunto como una región para conformar un sistema de innovación. Los esfuerzos que se realizan por los centros en forma aislada y en ocasiones accidentado trae como resultado no se traduzca en actividades de impacto y desarrollo económico sustentable para Puerto Rico como un todo.

¹³² Recuperado en: <http://prteonline.com/index>.

¹³³ Ibid.

¹³⁴ Recuperado en: [Recuperado en: http://prteonline.com/index](http://prteonline.com/index).

3.2.3. La infraestructura tecnológica

Las infraestructuras tecnológicas constituyen instituciones que trabajan en los ámbitos más aplicados de la investigación y que van a servir de soporte directo para la actividad de innovación de las empresas.

3.2.3.1. Parques Tecnológicos

En Puerto Rico se reconoce un parque científico que mantiene un limitado nivel de investigación, además, no se dedica en forma exclusiva a la I+D. El parque se ubica en la zona oeste en el municipio de Mayagüez y *Puerto Rico Technology Corridor* (PRTEC) forma parte de este. En el área de Guanajibo, donde se ubica el *Guanajibo Research & Innovation Park* (GRIP), en la actualidad es un parque industrial en transformación hacia un parque científico y tecnológico. La misión del GRIP es “...enfocarse y reorientarse como uno internacionalmente competitivo, y la sede de la última tecnología y ser capaz de atraer y servir a las industrias líderes en tecnología global”.¹³⁵ Este parque consta de 84 edificios con infraestructura actualizada y forma parte de las propiedades industriales de PRIDCO.¹³⁶ Según informa PRTEC, de las empresas que ocupan facilidades físicas, en el GRIP, 4 empresas están activas en llevando a cabo actividades de I+D en distintos niveles tecnológicos y 14 empresas realizan actividades de apoyo organizacional y soluciones tecnológicas a empresas.¹³⁷ Los logros que informa hasta la fecha, PRTEC incluye: nueve empresas tecnologías emergieron del programa de incubación; seis nuevas empresas aeroespaciales se establecieron con el apoyo logístico de PRTEC; expansión de cinco empresas de fabricantes dispositivos médicos; y 29 expansiones de PYMES en diez municipios de la zona oeste de la Isla.¹³⁸ En el estudio desarrollado por la empresa Inteligencia Económica se calcula el impacto económico de los logros de PRTEC. Los esfuerzos de coordinación iniciado por PRTEC que incluye al gobierno, la empresa privada y la UPR Mayagüez, ha alcanzado el establecimiento y la expansión de empresas

¹³⁵Recuperado en: <http://prteconline.com/index.php/facilities/guanajibo-research-innovation-park/>

¹³⁶ PRIDCO, Oficina de Administración de Propiedades. Tabla de Inventario de propiedades al 30 de mayo de 2014.

¹³⁷Recuperado en: <http://prteconline.com/index.php/stakeholders/prtec-tenants/>

¹³⁸Recuperado en: <http://prteconline.com/index.php/achievements/>

locales como internacionales. El número de empresas que se han beneficiado de este esfuerzo asciende a 20. De estas empresas promovidas, 15 son empresas de capital local y cinco de capital extranjero. Otro beneficio de estos esfuerzos ha sido la creación de empleos. El total de empleos creados por el sector privado durante este periodo alcanzó las 3,150 personas.

En cuanto a la inversión de capital en las mejoras a las facilidades del GRIP ascendió a \$25 millones. La mayor inversión económica lograda por el PRTEC por \$250 millones es en el área de la investigación. Esta inversión incluye la compra de equipo para la investigación científica en ciencias. La tabla 17, nos muestra el detalle por partida durante el periodo del 2001 al 2011.

Tabla 17.
Proyectos promovidos por PRTEC

RENLÓN	CANTIDAD
Promoción de Empresas	20
Locales	15
Multinacionales	5
Empleos creados	3,150
Inversión en Parques tecnológicos	
GRIP	\$25 millones
LATP	\$20 millones
Gasto en actividades Investigativas	\$250 millones

Elaborado por: Gustavo Vélez
Fuente: PRTC e Inteligencia Económica

Otro parque identificado en la zona noroeste de la Isla es el conocido como *Las Americas Technology Park* (LATP). El parque LATP ubicado en el municipio de Moca, surge como parte de una alianza estratégica entre el gobierno a través de PRIDCO y la empresa privada encabezada por Hewlett Packard (HP) y con una inversión inicial de \$16 millones. El parque cuenta con 17 lotes preparados físicamente para el establecimiento de empresas en las áreas de telecomunicaciones e informática y biociencia.¹³⁹ Según PRIDCO, el parque no cuenta a septiembre de 2014 con ningún inquilino u operación de

¹³⁹ Inteligencia Económica, Inc., Informe el Impacto de PRTEC en la economía de Mayagüez y la región oeste. p. 5. Recuperado en: www.prteconline.com/files/6013/5948/3010/El_Corredor_Tecnolgico_del_Oeste_de_Puerto_Rico.pdf

empresa alguna.¹⁴⁰ El LATP cuenta con un plan maestro diseñado para que las empresas inquilinas tengan relación y vínculos en sus procesos para que se añada valor a las innovaciones que se desarrollen en el parque.

Existe, además, un plan para el desarrollo del parque científico en la zona de San Juan y se conoce como la Ciudad de las Ciencias (CC) el que forma parte del Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico (PRSTRT).¹⁴¹ La CC forma parte del llamado corredor del conocimiento que geográficamente cuenta con cercanía al ECM, la UPR Río Piedras, la UPR Recinto de Ciencias Médicas y en construcción al Hospital del Centro Comprensivo del Cáncer. El Hospital Comprensivo del Cáncer será un centro para tratamiento e investigación sobre el cáncer.

Los recursos para la construcción de la CC provienen de una aportación conjunta entre el gobierno y la empresa privada, ascendente a \$1,799 millones.¹⁴² Según el estado financiero auditado del PRSTRT para el 2013, señala que el fideicomiso cuenta con activos ascendente a \$18 millones que forman parte de los compromisos para el desarrollo y la construcción de la CC.¹⁴³ El crecimiento en la infraestructura de la CC, tendrá una duración de 20 años, según lo establece el plan elaborado por el fideicomiso en el 2008.¹⁴⁴

La CC contará con un conglomerado de edificios diseñados para la I+D, centro de innovación con laboratorios y espacio para incubadoras y una vez completadas las obras, será la infraestructura más actualizada de la Isla en lo relacionado a la I+D+i. Este espacio físico dedicado a la investigación científica le permitirá a los investigadores de la empresa desarrollar proyectos colaborativos con los investigadores de la universidad laboren juntos con el apoyo del gobierno. El establecimiento de la CC pretende atraer la investigación principalmente de productos farmacéuticos que son manufacturados por las principales empresas del sector que operan en la Isla. Esto es posible debido la experiencia de 50 años de especialización en procesamiento de productos farmacéuticos y los incentivos contributivos a partir del 2008 para la I+D. Además, el parque CC en San Juan pretende ser el “cluster” de referencia para la innovación en la Isla.

¹⁴⁰ PRIDCO, Oficina de Administración de Propiedades.

¹⁴¹ Recuperado en: www.fortaleza.pr.gov/node/78

¹⁴² Recuperado en: www.fortaleza.pr.gov/node/365

¹⁴³ *PRSTRT Annual Report, Financial Statements Year ended June 30, 2013*. p. 33

¹⁴⁴ Recuperado en: www.fortaleza.pr.gov/node/365

3.2.3.2. Estructuras de Interface

En Puerto Rico se identifica como centro de interface en el área de ciencias naturales, al *Material Characterization Center* (MCC). El centro opera como una entidad sin fines de lucro y cuenta con laboratorios en el Edificio de Ciencia Moleculares, además de otros en la facultad de ciencias naturales de la UPR Rio Piedras. El MCC mantiene como misión el estrechar la relación entre el ambiente de la investigación científica entre la industria y academia con el fin de ampliar el ambiente de investigación científica y desarrollo en Puerto Rico.¹⁴⁵ La colaboración científica está dirigida a los sectores industriales que incluye: el farmacéutico; la electrónica; equipos médicos; y alimentos entre otros. Entre los servicios que ofrece a la empresa incluye: determinación de estructura química sobre compuestos no identificados; determinación elemental de composición; análisis e identificación de impurezas; caracterización de desviaciones externas de especificaciones; identificación de compuestos orgánicos volátiles; análisis de partículas; entre otros servicios.¹⁴⁶ Las pruebas y trabajos que llevan a cabo en el MCC, son únicos en la Isla.

3.3.4. El Sector Empresarial en Puerto Rico

Las empresas son las protagonistas en los procesos de desarrollo y de implantación de las diligencias de innovación. Una circunstancia que nos obliga a conceder atención preferente a las características tecnológicas que presenta el sector empresarial de la Isla. El objetivo del apartado se verá a lo largo de la investigación del sector.

En una primera aproximación sencilla a la composición del tejido empresarial de Puerto Rico podemos destacar dos características fundamentales que van a marcar el análisis que llevemos a cabo a lo largo de este apartado. La primera de ellas tendría que ver con la composición de la base industrial y nos señalaría que mantenemos una base industrial compuesta principalmente, si atendemos a su número, por empresas locales pero serán las empresas extranjeras, principalmente de los EE. UU., las que van a tener el

¹⁴⁵ Recuperado en: www.mcc.com.pr/

¹⁴⁶ Recuperado en: www.mcc.com.pr/

protagonismo económico fundamental. De las 30,875 empresas establecidas en la Isla, el 90,1%, serían empresas locales y 3,392, el 9,9% restante, serían plantas de empresas filiales de multinacionales¹⁴⁷, repartidas por todos los sectores económicos pero especialmente concentradas, en datos de 2013, en la manufactura de productos farmacéuticos y equipos e instrumentos médicos y que van a ser responsables de un porcentaje significativo de nuestra producción manufacturera.¹⁴⁸

La segunda característica a destacar nos dice que se trata de un tejido dominado por pequeñas empresas. Si utilizamos los parámetros de la *Small Business Administration* (SBA), entidad gubernamental que apoya el esfuerzo de asistencia a financiamiento y asesoramiento a las empresas con fines de lucro y que son clasificadas como pequeñas empresas (PYMES)¹⁴⁹, para determinar si una empresa es PYME o grande.¹⁵⁰ Dicha guía utiliza, en forma general y en contraste con los criterios europeos, el criterio de que la empresa para ser considerada PYME mantenga una plantilla de menos de 500 empleados y un volumen de negocio menor a los \$7 millones anuales. Además, ha establecido en forma particular un criterio de evaluación específico por sector industrial y que toma en consideración, además del número de empleados y volumen de negocio anual, al sector que pertenece la empresa.¹⁵¹ La SBA toma en consideración para la clasificación (NAICS) del sector, un criterio específico para las PYMES, que incluye la actividad económica de las empresas y la cantidad de empleados sin considerar el volumen de negocio. Para la clasificación del sector industrial o de servicio al que pertenece una empresa se utilizan las guías desarrolladas por el *US Census Bureau*, conocidas como *North American Industry Classification Systems* (NAICS).¹⁵²

Hechas estas precisiones, diremos que en el caso de las empresas de la Isla, cuando se utiliza el criterio general de la guía del SBA para clasificar las PYMES, observamos que sólo un grupo de 65 empresas superaría el criterio de los 500 empleados

¹⁴⁷ Estimados elaborados por Estudios Técnicos, Inc. a base de origen de capital. Fuente: Hoovers, Inc. marzo 2014.

¹⁴⁸ El desglose de la composición productiva de la Isla puede verse en: Cifra preliminar 2013. Informe Económico al Gobernador. Apéndice estadístico tabla 9-PNB y PIB por sector industrial principal: años fiscales.

¹⁴⁹ Recuperado en www.sba.gov/about/

¹⁵⁰ Recuperado en www.sba.gov/content/what-sbas-definition-small-business-concern

¹⁵¹ Recuperado en www.sba.gov/content/summary-size-standards-industry-sector

¹⁵² www.sba.gov/content/guide-size-standards

y el volumen anual de negocio de los \$7 millones por lo que deberíamos considerarlas, de acuerdo con los requisitos general de la guía, como empresas grandes, todo el resto serían PYMES.¹⁵³

En apartados posteriores nos proponemos describir la situación tecnológica que presenta el tejido empresarial de la Isla tratando de evaluar sus puntos fuertes y sus deficiencias. Una tarea que comenzará profundizando sobre la composición sectorial del tejido productivo y que nos llevará a identificar el protagonismo esencial de las empresas multinacionales en la producción de la Isla. Una circunstancia que nos obligará a estudiar el significado tecnológico de los Países de acogida para las empresas multinacionales en orden a determinar el perfil tecnológico de las filiales que trabajan en Puerto Rico. A partir de esta reflexión nos centraremos en conocer las características tecnológicas de nuestras empresas tanto en el terreno de la I+D propiamente dicho como en el que tiene que ver con las capacidades competenciales de los recursos humanos que participan en la producción en el seno de las empresas.

3.2.4.1. La composición del tejido empresarial de Puerto Rico.

En la medida en que estamos interesados en analizar las capacidades tecnológicas de nuestro sector empresarial, vamos centrar nuestros esfuerzos en el estudio del ámbito de la manufactura empresarial. Son las manufacturas las que compiten y, por tanto, aquellas actividades en las que el desarrollo de las capacidades tecnológicas es más urgente. La Isla mantiene su actividad económica principalmente en la industria de la manufactura motivo fundamental para reconocer la importancia de las actividades tecnológicas que lleven a cabo. Según la Junta de Planificación (JP), la manufactura contribuye al PIB con \$47,997 millones, es decir, supone el 46,5%.¹⁵⁴

¹⁵³ Referente al criterio general sin considerar la clasificación NAICS. Fuente: *The Caribbean Business Book of List 2014 edition, Puerto Rico Top 400 Locally Owned Companies*. Ingresos al 2012. pp. 47-65.

¹⁵⁴ Cifra preliminar 2013. Informe Económico al Gobernador. Apéndice estadístico tabla 9-PNB y PIB por sector industrial principal: años fiscales.

Por otro lado, de entre las clasificaciones más generalmente utilizadas cuando se analiza el comportamiento tecnológico de la industria, cabe destacar aquella que distingue entre industrias de alto, medio y bajo contenido tecnológico ya que es la intensidad en I+D la que, en principio, me va permitir discriminar entre diferentes problemáticas tecnológicas. Ciertamente que más allá de la I+D, el amplio abanico de capacidades y fuentes de innovación que podemos identificar en este terreno nos va a permitir identificar situaciones tecnológicas muy diferentes.

En la tabla 18, exponemos la composición de la contribución, durante el 2013, del sector manufacturero puertorriqueño y se presenta según el nivel de tecnología de los productos que se contemplan. Los datos presentados atienden a la clasificación de la OCDE (2001) en lo que hace referencia al nivel tecnológico de las industrias y se presenta, además, por referencia de clasificación por producto utilizando el código NAICS (versión 2012) y el código *International Standard Industrial Classification* (ISIC, 2008, Rev.4).

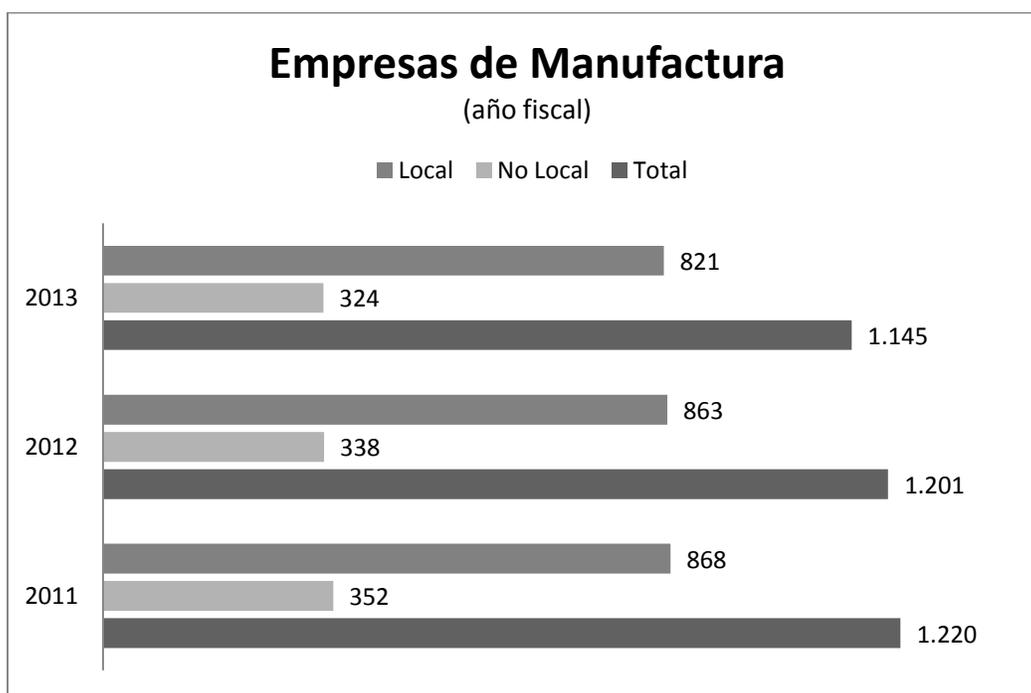
Tabla 18.
Manufactura de la Isla clasificada por tecnología.
(cantidades en dólares)

NAICS	ISIC	Descripción	Cantidad en millones de dólares
Alta Tecnología			
3254	2423	Manufactura de productos farmacéuticos	26,419.9
3340	2610	Manufactura de computadoras y equipo electrónico	9,891.4
Media Alta Tecnología			
3251	2012	Manufactura de productos químicos básicos	4,115.3
3253	2021	Manufactura de pesticidas, fertilizantes y otros agroquímicos	408.4
3255	2022	Manufactura de pinturas, revestimientos y adhesivos	78.0
3256	2023	Manufactura de jabón y compuestos de limpieza	60.5
3259	2029	Manufactura de otras preparaciones y productos químicos	4.0
3330	2811	Manufactura de maquinaria	258.1
3350	2710	Manufactura de equipos eléctricos, artefactos eléctricos y componentes	745.2
3360	3099	Manufactura de equipo de transporte	91.3
Media Baja Tecnología			
3241	1920	Manufactura de carbón y petróleo	333.2
3252	2219	Manufactura de resinas, gomas sintética y artificial, fibra sintéticas y filamentos	15.5
3260	2220	Manufactura de productos de plástico y goma	109.5
3271	2392	Manufactura de productos de arcilla y refractarios	0.7
3272	2310	Manufactura de vidrio y productos de vidrio	3.7
3273	2395	Manufactura de productos de cemento y concreto	111.1
3279	2399	Manufactura de otros productos minerales no metálicos	9.5
3310	2511	Manufactura de metales primarios	172.9
3320	2599	Manufactura de productos de metales fabricados	163.5
Baja Tecnología			
3111	1080	Manufactura de alimentos para animales	93.7
3113	1073	Manufactura de azúcar y productos de confitería	14.2
3114	1030	Enlatado de frutas, verduras y manufactura de especialidades en alimentos	64.1
3115	1050	Manufactura de productos lácteos	55.2
3116	1010	Matadero y procesamiento de animales	46.4
3118	1071	Panadería y manufactura de tortillas	178.4
3119	1079	Manufactura de otros alimentos	407.3
3121	1104	Manufactura de bebidas	1,378.4
3122	1200	Manufactura de tabaco	69.5
3130	1312	Moliendas textiles	0.8
3140	1392	Producto de molienda textiles	9.2
3150	1410	Manufactura de prendas de vestir	203.8
3160	1512	Manufactura de productos de cuero	15.7
3210	1629	Manufactura de productos de madera	21.2
3220	1709	Manufactura de papel	46.2
3231	1709	Imprenta y actividades de apoyo relacionadas	87.8
3370	3100	Manufactura de muebles y otros productos relacionados	35.8
3390	3290	Manufactura miscelánea	2,277.4
TOTAL			47,996.8

Fuente: Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Programa de Planificación Económica y Social, Sub programa de Análisis Económico; *United Nations Statistics Division, Detailed structure and explanatory notes* ISIC Rev.4. Recuperado en: unstats.un.org/unsd/cr/REGCST.asp?CI=27

En referencia a la industria manufacturera puertorriqueña podemos decir, de acuerdo con la base de datos de PRIDCO, que las empresas manufactureras promovidas por dicha agencia, totalizaban en 2013 un total de 1,145 empresas. De estas empresas 821 o el 72% eran empresas locales, mientras que 324 empresas o el 28% eran no locales.¹⁵⁵

Gráfica 7.
Cantidad de empresas de manufactura locales y no locales por año



Fuente: PRIDCO Oficina de de Planificación Estratégica y Economía

La gráfica 7, nos muestra la reducción registrada en el número de empresas, tanto las locales como en las no locales, a lo largo de los últimos tres años. Una tendencia que nos describe un primer dato de pérdida de actividad en el sector manufacturero de Puerto Rico que resulta muy preocupante para el futuro económico de la Isla. Podemos añadir, atendiendo a los datos del Departamento del Trabajo y Recursos Humanos de Puerto Rico, que el total del sector de la manufactura en la Isla, contaba, en 2013, con una

¹⁵⁵ Compañía de Fomento, Oficina de Planificación Estratégica y Economía. Dato a mayo 2013.

plantilla de 75,400 empleados.¹⁵⁶ Pero si hay que destacar alguna característica del sector manufacturero ésta sería el alto nivel de concentración que registra. La industria farmacéutica; equipos médicos; la electrónica; y la de alimentos acaparan gran parte tanto de la producción industrial¹⁵⁷, como lo hemos visto en el cuadro anterior, como del comercio exterior de la Isla. Los datos de comercio que recogemos en el cuadro siguiente nos describen la importancia de los sectores señalados y destacan el protagonismo del sector químico-farmacéutico que constituye el verdadero pulmón económico de la industria y de la economía de la Isla. Un monocultivo industrial que nunca es conveniente pero resulta especialmente negativo cuando presenta las característica que tiene, ausencia de empresas locales, en la economía puertorriqueña y cuyo alcance iremos analizando en los epígrafes posteriores.

Tabla 19.
Exportaciones e Importaciones de empresas de manufactura locales y no locales por año fiscal.

Año fiscal	Importaciones Totales (en millones de dólares)	Exportaciones Totales (en millones de dólares)	Exportaciones de manufacturas	Exportaciones productos químicos (incluye fármacos y medicinas)	Exportaciones de equipos médicos y suplido	Exportaciones Productos de computadora y electrónicos
2011	44,670.6	64,876.0	62,875.2	48,763.7	4,539.9	2,005.4
2012	46,574.6	58,914.1	58,164.6	44,488.3	4,481.6	1,575.1
2013	45,038.7	62,396.9	61,674.2	47,967.4	4,758.7	1,481.4

Nota: Seccionados los sectores que las exportaciones exceden \$1mil millones. No incluye alimentos, bebidas y tabaco.

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Exportaciones e Importaciones de Mercancía Registrada por Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (NAICS)

La Isla tiene una balanza comercial muy favorable y el sector de manufactura contribuye a esta diferencia de manera notable con el 68,6%. Esta diferencia se debe

¹⁵⁶ Departamento del Trabajo y Recursos Humanos de Puerto Rico. Negociado de Estadísticas del Trabajo mayo 2014. Tabla 2. Empleo Total en el Sector No Agrícola de Puerto Rico. Recuperado en www.trabajo.pr.gov/pdf/Estadisticas/2014/CES/ces05.pdf

¹⁵⁷ Ibid.

principalmente al sector de los productos farmacéuticos. La gráfica 8, nos muestra las exportaciones segmentadas por sector de manufactura al 2013.

Gráfica 8.
Distribución de las exportaciones totales de los sectores manufactureros del año fiscal 2013.



Fuente: Junta de Planificación. Apéndice estadístico, Exportaciones 2013

Si atendemos a los criterios de la Unión Europea, podemos decir que los sectores con mayor protagonismo exportador en la economía de Puerto Rico, si exceptuamos los Alimentos, forman parte de los llamados sectores de alta intensidad en I+D, que incluyen: programas de computadora; la industria farmacéutica y biotecnología; equipo tecnológico; y equipo y servicios relacionados a la salud.¹⁵⁸ Una circunstancia que nos puede parecer interesante en cuanto que nos puede identificar una actividad económica de alto valor añadido y en este sentido será preciso estudiar con mayor profundidad, cuál es el papel que están desempeñando las plantas de estos sectores que están localizadas en la Isla para determinar su alcance económico.

La intensa especialización que registra nuestra actividad industrial facilita nuestro estudio en la medida en que posibilita un análisis sector por sector que será relativamente

¹⁵⁸ *EU R&D Survey, The 2013 EU Survey on Industrial R&D Investment Trends*. p. 5. Recuperado en: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/survey13.html>.

limitado y que nos permitirá establecer un diagnóstico fiable de la realidad. Repasamos las características que presenta cada uno de los sectores industriales que podemos identificar como significativos para la economía de la Isla y que entendemos serán fundamentales para interpretar los datos tecnológicos que les afectan.

A. La industria farmacéutica

Nuestro repaso comienza con la industria farmacéutica, protagonista fundamental de la economía de Puerto Rico, y con muchos años de experiencia manufacturando en la Isla. La primera empresa farmacéutica en establecer operaciones de manufactura en Puerto Rico fue Johnson & Johnson en el 1962.¹⁵⁹ En la década del 1960 se establecieron además, otras empresas de esta industria como: Baxter; Eli Lilly; y Abbott.¹⁶⁰ Desde entonces el establecimiento de operaciones de manufactura de las empresas farmacéuticas ha tenido una fuerte presencia si bien con una actividad económica sometida a cambios notables, tanto de aumento como de disminución, en su volumen de negocio. Los cambios en el aumento y disminución de empresas se han debido, principalmente a los cambios en las leyes de incentivos contributivos principalmente en las relacionadas al Código de Rentas Internas de los EE.UU. (principalmente la Sección 936) que se llevaron a cabo desde 1975 hasta el 1996. Hay que señalar que el tejido productivo del sector tiene que ver con empresas multinacionales, fundamentalmente de los EE. UU., que, siguiendo a Guillen (2009), se instalan en la Isla por dos razones fundamentales: la existencia de una fuerza laboral diestra enfocada en la eficiencia y calidad de procesos así como con la existencia de instalaciones de infraestructura de alto nivel.¹⁶¹

Según la *Pharmaceutical Industry Association of Puerto Rico* (PIA-PR) en la Isla, hay 15 corporaciones, organizadas en 26 operaciones de manufactura y once entidades comerciales.¹⁶² Las empresas farmacéuticas que operan en la Isla son de origen norteamericano y europeo, destacándose la ausencia de empresas de capital local.¹⁶³

¹⁵⁹ *Caribbean Business, Market FactBook Puerto Rico 2013. Main Pharmaceutical Manufacturers.* p. 103

¹⁶⁰ *Ibid.*

¹⁶¹ Periódico *El Nuevo Día.* 10 de febrero de 2009.

¹⁶² Recuperado en: www.piapr.org. *Members.*

¹⁶³ *The Caribbean Business Book of List 2014 edition, Puerto Rico Top 400 Locally Owned Companies.* pp. 47-65.

Llama la atención, y en esto la incapacidad para desarrollar un cierto potencial tecnológico endógeno en la Isla en el sector de la farmacia va a tener una responsabilidad fundamental, la ausencia total de proyectos empresariales con origen en la Isla. La tabla 20, que añadimos a continuación nos identifica, en orden alfabético, el conjunto de las empresas significativas del sector y pone de manifiesto esa ausencia total del capital local en el tejido.

Tabla 20.
Composición de las empresas del sector farmacéutico con operación en Puerto Rico.

Nombre	País de origen	Número de facilidades	Operación de manufactura	Operación comercial
Abbott	EE.UU.	1	X	
AbbVie	EE.UU.	3	X	X
Actavis (Warner Chilcott)	Irlanda	2	X	
Allegran	EE.UU.	1		X
Amgen	EE.UU.	1	X	
Astra Zeneca	Reino Unido	1	X	X
Bristol Myers Squibb	EE.UU.	3	X	X
Eli Lilly	EE.UU.	4	X	X
GlaxoSmithKline	Reino Unido	1		X
Johnson & Johnson	EE.UU.	9	X	X
Merck Sharp & Dohme	EE.UU.	4	X	X
Novartis	Suiza	2	X	X
Pfizer	EE.UU.	4	X	X
Sanofi	Francia	1		X

Nota: La operación comercial consiste en promoción y distribución local y la zona del Caribe.

Fuente: *Pharmaceutical Industry Association of Puerto Rico (PIA-PR)*; y Página web de las empresas.

Según la publicación norteamericana de ejecutivos de la industria farmacéutica, once de las empresas que están operando en la Isla, son consideradas entre las primeras veinte farmacéuticas del mundo, como resultado de la oferta de sus productos y el volumen de ventas.¹⁶⁴ En relación a los trabajadores en la industria manufacturera, el censo de los sectores empresariales de productos farmacéuticos y medicinas reporta para

¹⁶⁴ *The 2013 PharmExecutive Top 50 pharmaceutical executive*. Recuperado en: www.pharmaexec.com/pharmaexec/article/articleDetail.jsp?id=815158.

diciembre 2013, que mantuvo una plantilla de 13,426 trabajadores.¹⁶⁵ El salario semanal promedio de esta industria es \$1,256, por lo que Puerto Rico ocupa la posición 35 de los 50 estados de los EE.UU.¹⁶⁶

B. La industria de equipos e instrumental médico

El segundo de los sectores industriales con mayor significación económica para la Isla, en términos de producción y, sobre todo, de exportaciones, sería el conformado por las empresas dedicadas a la manufactura de equipos e instrumentos médicos.¹⁶⁷ Según los datos del Censo de los EE.UU., al 2013 en la Isla había 70 plantas de empresas dedicadas a esta actividad.¹⁶⁸ La tabla 21, muestra en orden alfabético las empresas que mantienen una plantilla de más de 100 empleados en la Isla al 2012.

¹⁶⁵ *US Bureau of Labor Statistics, Quarterly Census of Employment and Wages, 2013 Fourth Quarters, all establishments.* Código NAICS 3254. Puerto Rico.

¹⁶⁶ *Ibid.*

¹⁶⁷ Según clasificación del Código NAICS 3391.

¹⁶⁸ *US Bureau of Labor Statistics, Quarterly Census of Employment and Wages, 2013 Fourth Quarters, all establishments.* Código NAICS 3391. Puerto Rico. Recuperado en: www.bls.gov/cew/apps/table_marker/v1/table.htm#type=0&year=2013&qtr=4&own=5&ind=3391&supp=0&zero=0

Tabla 21.
Composición de las empresas del sector instrumentación médica con operación en Puerto Rico.

Nombre	Origen	Número de facilidades	Operación de manufactura	Operación comercial
Baxter Healthcare	EE.UU.	3	X	X
Becton Dickinson	EE.UU.	3	X	X
Bluewater Defense	Puerto Rico	3	X	
Boston Scientific	EE.UU.	2	X	X
Covidien	EE.UU.	1	X	
Ethicon	EE.UU.	2	X	X
Home Orthopedics	Puerto Rico	2	X	
Integra	EE.UU.	3	X	
Lens Crafters	EE.UU.	3	X	X
Medtronics	EE.UU.	5	X	X
M.G.M. Optical	Francia (Gp. Essilor)	2	X	X
Nypro	EE.UU.	2	X	
Ocular Science	EE.UU.	1	X	
Pearl Vision	EE.UU.	6	X	X
St. Jude Medical	EE.UU.	3	X	
Stryker	EE.UU.	1	X	
Toperbee	EE.UU.	2	X	
Zimmer	EE.UU.	1	X	

Nota: La operación comercial consiste en promoción y distribución local y la zona del Caribe.

Fuente: PRIDCO Oficina de Planificación Estratégica y Análisis Económico. febrero 2013; Hoovers, Inc; Página web de las empresas.

Vuelve a tratarse de un sector dominado, de manera prácticamente total, por las multinacionales de los EE. UU. Sólo el grupo francés *Essilor*, a través de *MGM optical*, y una tímida presencia de dos empresas de capital local, rompen la regla. Sobre las empresas locales habría que añadir que *Home Orthopedics* es una pequeña empresa, 104 empleados en el 2014, dedicada a la prestación de servicios y distribución de productos ortopédicos por lo que no podríamos hablar, propiamente, de producción manufacturera, a la par que *Bluewater Defense* sería una empresa que centra su actividad en la

confección de precisión (trajes para tareas especiales) con importantes contratos con el Departamento de Defensa. Se trataría de dos empresas que a pesar de estar adscritas a un sector de alta tecnología tendrían, por el tipo de producto que fabrican y las actividades que llevan a cabo, una intensidad tecnológica menor.

Sobre el empleo en el sector de equipos médicos a diciembre del 2013, las empresas contaban con una plantilla total de 11,814 empleados, con una nómina promedio de \$745 de pago semanal.¹⁶⁹ El informe de la Oficina del Censo, muestra además, el dato de esta industria, que el promedio salarial de la Isla, es el más bajo de los 50 estados de los EE.UU.

C. La industria electrónica

El tercer sector en importancia de alta tecnología, manufacturera exportadora de la Isla, incluye a las empresas de computadoras y equipos electrónicos.¹⁷⁰ Este sector lo componen en la Isla, 12 empresas.¹⁷¹ La tabla 22, nos muestra en orden alfabético las empresas que operan con una plantilla de 50 empleados o más.

Tabla 22.
Composición de las empresas del sector electrónico con operación en Puerto Rico.

Nombre	Origen	Operación de Manufactura	Operación Comercial
Avant Technologies	EE.UU	X	X
Diebold	EE.UU.	X	X
Hewlett-Packard	EE.UU.	X	X
Smart Modular Technologies	EE.UU.	X	

Nota: La operación comercial consiste en promoción y distribución local y la zona del Caribe.

Fuente: Estudios Técnicos, Inc.; Hoovers, Inc.; Página web de las empresas

¹⁶⁹ US Bureau of Labor Statistics, *Quarterly Census of Employment and Wages, 2013 Fourth Quarters, all establishments*. Código NAICS 3391. Puerto Rico.

¹⁷⁰ Según clasificación del Código NAICS 3341.

¹⁷¹ Información provista por Estudios Técnicos, Inc. de la bases de datos de Hoovers, Inc. a marzo 2014. Según clasificación del Código NAICS 3341.

Se trata de un sector industrial con una relativa importancia si tenemos en cuenta que da empleo a una plantilla de 4,426 empleados¹⁷² y como lo destacan los datos del cuadro está totalmente protagonizado por empresas de los EE.UU.

Ligado directamente al sector de la electrónica tendríamos el ámbito de los servicios de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). En Puerto Rico se localizan 240 empresas desarrollando este tipo de actividades¹⁷³ que, según la Oficina del Censo, contarían con 323 localidades y una plantilla total de 3,392 empleados.¹⁷⁴ En este caso y por describirnos un universo de pequeñas empresas que trabajan en la prestación de servicios, el protagonismo de las empresas locales es significativamente mayor. Se trata de actividades que requieren un personal altamente cualificado para la prestación del servicio que proporcionan pero en las que las inversiones en I+D no juegan el papel competitivo fundamental que sí juegan cuando se trata de la manufactura de los equipos electrónicos. La principal empresa de este sector en la Isla es conocida como Softek, Inc., y su origen es local. Durante el 2012 mantuvo el mayor volumen de ingresos del sector con \$21,8 millones.¹⁷⁵ La tabla 23, nos muestra las principales empresas con operación en la Isla y por orden de volumen de negocio además, de contar con una plantilla de 50 empleados o más.

Tabla 23.
Composición de las empresas del sector de *software* con operación en Puerto Rico.

Nombre	Origen	Exportan Servicios IT
Softek	Puerto Rico	X
Netxar Technologies	Puerto Rico	X
Truenorth	Puerto Rico	X
Rock Solid	EE.UU.	X

Fuente: Páginas web de las empresas

¹⁷² Departamento del Trabajo y Recursos Humanos. Censo trimestral de empleo y salarios cubiertos. Composición Industrial por Municipio Puerto Rico Total. Tercer Trimestre 2013. Código NAICS 334.

¹⁷³ Información provista por Estudios Técnicos, Inc. de la bases de datos de Hoovers, Inc. a junio 2014.

¹⁷⁴ US Bureau of Labor Statistics, *Quarterly Census of Employment and Wages, 2013 Fourth Quarters, all establishments*. Código NAICS 5415. *Quarterly Establishments*. Puerto Rico.

¹⁷⁵ *Puerto Rico Largest Information System Consulting Firms 2012. The Caribbean Business Book of List 2014*. p.101

Relacionado al número de empleados total por empresas, 183 empresas mantienen una plantilla de 1 a 10, y 57 empresas mantienen una plantilla de 11 a 200 empleados.¹⁷⁶ Este sector mantiene además un salario promedio semanal de \$875, que estaría por debajo del salario promedio semanal en los 50 estados de los EE.UU. que se sitúa en el entorno de los \$1 mil.¹⁷⁷

3.2.4.2. Las empresas multinacionales y la investigación en los países de acogida.

El protagonismo casi total de las empresas multinacionales de los EE.UU. en la producción manufacturera de la Isla nos obliga a conceder atención especial a la literatura que estudia la forma en que las empresas multinacionales organizan sus actividades tecnológicas (Archibugi y otros, 2001; Pavitt y Patel, 2000). En el caso de Puerto Rico estamos ante una realidad contradictoria que nos muestra un País con una potente producción manufacturera en sectores de alta tecnología pero carece del soporte tecnológico que la justifique.

Es cierto que la empresa multinacional aparece como un actor fundamental en el escenario económico actual. Las estrategias de mundialización representan direcciones irrenunciables de la práctica empresarial que van a buscar nuevos mercados que les permitan la obtención de economías de escala y la amortización de sus enormes costes fijos, entre ellos los derivados de sus actividades de I+D, a los que están obligadas para competir en unos mercados cada vez más abiertos. No discutimos el interés económico de la práctica totalidad de los países por atraer este tipo de empresas, todos los gobiernos van a estar interesados en acoger a estas empresas en sus territorios en cuanto que significan impulso para la actividad económica y el empleo, pero si atendemos a su significación en el terreno tecnológico vamos a llegar a la conclusión de que los beneficios para los países de acogida van a resultar escasos. Una conclusión que podíamos anticipar si tenemos en cuenta la visión sistémica del desarrollo tecnológico que mantenemos. La empresa necesita un contexto científico que le sirva de soporte para sus actividades tecnológicas de manera que un país que no alcance un alto grado de

¹⁷⁶ Estudios Técnicos, Inc. Fuente: Hoovers, Inc.

¹⁷⁷ *US Bureau of Labor Statistics, Quarterly Census of Employment and Wages, 2013 Fourth Quarters, all establishments.* Código NAICS 5415. *Average Weekly Wage.* Puerto Rico.

desarrollo difícilmente podrá generar unas empresas como las multinacionales para las que el elemento tecnológico juega un papel central en materia de competitividad. Una visión que está reforzando el componente nacional de las empresas multinacionales, que no serían sino la manifestación económica del potencial tecnológico de los estados en cuanto resultado del Sistema Nacional de Innovación del que forman parte. Es desde este punto de vista del que podemos justificar esta concentración creciente de las actividades tecnológicas de las empresas en sus países de origen.

Cuando hablamos de internacionalización de las actividades tecnológicas de las empresas conviene distinguir dos dimensiones claramente diferentes: la explotación de la tecnología generada, por una parte, y la propia generación de tecnología, por otra (Archibugi e Ianmmarino, 2000). Nadie discute que la explotación de la tecnología está ampliamente globalizada. El mercado exterior se presenta como el mercado natural para las empresas que van a tratar de rentabilizar sus inversiones, también las de I+D. El propio desarrollo tecnológico ha permitido la integración de los mercados y cambiado las bases y operativas de las empresas que ahora van a plantea su comportamiento en base a parámetros internacionales (Camino, 2012, p. 108). Una explotación internacional que se vehiculiza a través de distintos mecanismos: compra-venta de productos (transferencia tecnológica incorporada), de inversión directa externa, de compra-venta de patentes, de *know how* y de asistencia técnica entre otros. Según Archibugi e Ianmmarino (2000) observamos cómo a partir de los años 80's aumenta significativamente el comercio internacional de productos de alta tecnología y se produce un incremento espectacular en la explotación de patentes en el mercado internacional. Añaden Archibugi e Ianmmarino (2000, p. 116) cuando dicen; “si las patentes de residentes (las solicitadas por los inventores en su propio país), han crecido a un ritmo moderado, a veces han experimentado incluso tasas negativas, las patentes de no residentes (solicitudes de inventores extranjeros en el país) y las patentes externas (las de inventores nacionales patentando fuera), por el contrario, han crecido a unas tasas muy elevadas”.

Un mecanismo adicional que materializa la explotación internacional de la tecnología lo constituye la inversión directa externa. Una vía que, también, ha crecido considerablemente en los últimos años y que, por otra parte, ha venido siendo muy utilizada, precisamente, por la industria farmacéutica para la explotación de sus

desarrollo tecnológicos. La UNCTAD (2011) nos señala el crecimiento exponencial experimentado por las empresas multinacionales en las tres últimas décadas, afirmando que habría en la actualidad unas 78,000 empresas multinacionales que estarían controlando 770,000 filiales fuera de su país de origen.¹⁷⁸ Otro autor como Ricardo Alaez, (2009, p. 292) abunda sobre el crecimiento experimentado en los últimos años en los flujos de inversión directa cuando nos confirma que el valor de los flujos de entrada de IED ha supuesto en los últimos años más del 10% del valor de la formación bruta de capital fijo a nivel mundial, llegando al 20% en el 2000. Si atendemos a las cifras que afectan a la economía de Puerto Rico podemos afirmar que ésta ha sido la vía fundamental que nos explica la entrada de tecnología que ha servido de soporte a la industria manufacturera de la Isla. Sin embargo, cuando nos referimos a la generación de tecnología, la realidad observada pone de manifiesto que las empresas concentran sus esfuerzos de generación en sus países de origen, con una intensidad cada vez menor en sus actividades tecnológicas en los países de acogida, lo que nos estaría haciendo dudar de la relevancia de la presencia de filiales de empresas multinacionales para el desarrollo tecnológico de los países en que operan. El trabajo seminal de Pavitt y Patel (2000), en el que estudian la localización geográfica de las actividades de producción de tecnología de un grupo de empresas formado por 587 de las principales multinacionales del mundo, nos reforzaría la hipótesis de la alta concentración geográfica en sus países matrices de los esfuerzos de I+D por parte de estas empresas. Las estrategias de I+D de las empresas multinacionales son fuertemente nacionales. Sólo el 11% de sus actividades innovadoras estarían localizadas fuera de sus países de origen. Las empresas de los grandes países manifestarían una escasa propensión a localizar su I+D fuera del territorio nacional, las multinacionales japonesas sólo localizan en el exterior el 1,1% de sus actividades de creación tecnológica a la par que las empresas de los EE.UU. lo hacen en el 7,8%. El peso de las actividades internacionalizadas sería verdaderamente desdeñable. Sólo multinacionales de pequeños Países como; Holanda, Suiza o Bélgica, aunque tecnológicamente dinámicos, mostrarían una internacionalización significativa en sus actividades de generación tecnológica. Nos explican Pavitt y Patel (2000), que una internacionalización, en todo caso, se produce hacia otros países europeos próximos,

¹⁷⁸ UNCTAD (2011). Recuperado en: www.unctad.org

fundamentalmente hacia Alemania, de tal manera que sería más una regionalización europea que una internacionalización propiamente dicha. Una estrategia en los comportamientos de generación tecnológica de las empresas que se basa en una concentración creciente de sus esfuerzos en el mercado doméstico, reservando las actuaciones de I+D en terceros países para aquellas tareas que o bien tienen que ver con las necesidades de adaptación de sus procesos o bien tratan de acceder, a través fundamentalmente de la cooperación tecnológica, a la llamada excelencia, es decir, a aquellos conocimientos tecnológicos de última generación que no tienen y que están obligadas a buscarlos allí donde puedan estar disponibles, generalmente en centros de excelencia internacional, departamentos universitarios de élite, entre otros. La empresa busca en otros países aquellos conocimientos más punteros que necesita y no tiene en su propio contexto. Sobre esto Archibugi y otros (2001, p. 68) nos dice; “cuando los grupos deciden mover parte de sus centros de I+D o innovación al exterior, generalmente seleccionan los campos de excelencia del país de acogida. Las empresas van a salir al exterior a explotar las capacidades nacionales del país que están invadiendo más que a expandir sus propias competencias estratégicas”. Obsérvese que la externalización de actividades de I+D por razones de adaptación no hace sino reconocer la necesidad de implementar actividades de I+D para atender a la puesta en marcha de cualquier proyecto de inversión que siempre, aun cuando sea una mera copia, va a requerir una adaptación al medio local, siempre específico. Se trata, no obstante de una actividad de I+D de un valor estratégico menor para la firma por cuanto no hace sino garantizar la puesta en marcha de un proyecto productivo ya existente. De hecho, podemos observar que la internacionalización para la adaptación de proyectos no es más intensa en sectores *high tech*, sino que por el contrario, son los sectores menos intensivos en tecnología los que desplazan en mayor medida actividades al exterior y por lo tanto, implementan la I+D de tipo adaptativo.

Sintetizando las conclusiones que nos ofrece la literatura económica sobre la internacionalización de las actividades tecnológicas de las empresas multinacionales debemos ser tajantes resaltando el escaso protagonismo tecnológico, en materia de generación tecnológica, de las filiales de estas empresas para el desarrollo tecnológico de un país. Las filiales responden a un patrón de comportamiento tecnológico articulado

sobre la implementación centralizada de los esfuerzos de I+D de las empresas en sus países de origen.

Unas conclusiones que no suponen la imposibilidad de plantear un proceso de desarrollo endógeno a partir de la actividad económica de las empresas multinacionales instaladas en el País. Las experiencias recogidas en otros contextos nos alumbran la posibilidad de diseñar una dinámica de desarrollo económico tomando como punto de partida las características tecnológicas de las empresas multinacionales instaladas en el País, implementando medidas que puedan complementar las actividades de las empresas originando sinergias que puedan ser aprovechadas por el contexto local así como impulsando el anclaje de las empresas multinacionales en el contexto local a partir de actividades de cooperación con instancias locales. Un ejemplo muy interesante en esta materia lo constituye la experiencia de desarrollo registrada en el llamado Silicon Glen, zona de Escocia, que impulsó un intenso proceso de desarrollo endógeno en la industria electrónica en base a la presencia de empresas multinacionales de Estados Unidos en su territorio. Una experiencia de gran interés para nosotros porque guarda enormes similitudes con la situación puertorriqueña. En la citada zona se va a originar un proceso de desarrollo económico fundamentado en la atracción de compañías de EE.UU. del sector electrónico que se instalan en la zona para llevar a cabo tareas de manufactura y abastece al mercado europeo.

La llegada de las primeras empresas multinacionales que tiene lugar a lo largo de las décadas de 1940 y 1950, atiende a tres razones principales:

- Expansión del mercado europeo. Buscan en Escocia un lugar en el que instalarse para llegar al mercado europeo.
- Disponibilidad de mano de obra a bajo coste. Se trata de una zona que ha sufrido la crisis de la industria textil y naval y, por tanto, va a estar en situación deprimida con alto nivel de desempleo. Ofrece mano de obra con experiencia industrial a bajo coste.
- Ayudas del gobierno. El gobierno se va a comprometer con el desarrollo local, concediendo ayudas a las empresas que se instalen.

En definitiva, mano de obra barata y ayudas del gobierno van a ser los argumentos que nos explican la localización de las empresas multinacionales en los primeros años. Pero será a partir de los años 70's cuando los elementos tecnológicos ganen peso a la hora de explicar no sólo las nuevas implantaciones de empresas, sino las actividades que éstas llevan a cabo en suelo escocés. En sus inicios la zona se entendía como una plataforma de manufactura para Europa, con posterioridad se asiste a las instalaciones no sólo por razones de costes sino, también, por razones tecnológicas. Las autoridades locales van a impulsar un parque de la ciencia cerca de la Universidad de Stirling, que aproveche a los graduados en ingeniería, y recursos en tecnología de la información de la citada Universidad. Así, la empresa *Burr-Brown*, hace explícita la explicación de su instalación en la zona buscando proximidad con el *Wolfson Microelectronics Institute* de la Universidad de Edimburgo. En este caso el gobierno local supo impulsar una estrategia de desarrollo de los recursos tecnológicos locales financiando laboratorios de investigación, a la universidad y otros, con el objeto de propiciar la aparición de recursos humanos altamente cualificados de interés para las empresas instaladas y con capacidad para generar procesos de *spin-off*.

Los *spin-off* locales de empresas con origen en la universidad van a ser habituales en la zona. El cinturón central de Escocia, había alcanzado la masa crítica necesaria en términos de cualificación para resultar una zona atractiva para las empresas de alta tecnología. De forma paralela se produce una expansión de las capacidades tecnológicas locales en este ámbito que va a reforzar el proceso de atracción de empresas ahora basado en las ventajas en I+D que ofrece y de los procesos de *spin-off* que se van a producir lo que nos va a determinar una región fuertemente dotada en industrias de alta tecnología, parques industriales, universidades, organizaciones de investigación. Ha sabido dar el salto y aprovechar la ola que suponía la instalación de las empresas de la electrónica norteamericanas y crear recursos específicos con interés económico a partir de ellos.

La economía de Puerto Rico tiene mucho que aprender de esta experiencia en orden a aprovechar la fuerte presencia de empresas multinacionales del sector farmacéutico en la Isla para diseñar un proceso de acumulación de recursos tecnológicos de interés para el citado sector de manera que se puedan generar complementariedades que propicien el impulso de nuevas empresas locales, *spin-off* de las empresas instaladas

así como se facilite la cooperación de las multinacionales con el contexto local en orden a generar vínculos con el contexto local que garanticen su permanencia en el País.

3.2.4.3. Las Actividades Tecnológicas en las empresas de Puerto Rico.

A. Las Actividades de I+D

Los estudios sobre ciencia y tecnología elaborado por el IEPR (2011, 2014), constituyen una fuente estadística fundamental para evaluar las actividades de I+D del sector empresarial de la Isla.¹⁷⁹ Si atendemos a los datos del cuadro en los que se cuantifica en \$314,2 millones la inversión en I+D empresarial podemos constatar que, por una parte, el volumen de invertido es muy bajo y, por otra, que el protagonismo fundamental en este ámbito lo desempeñan las filiales de empresas multinacionales instaladas en la Isla.

Las filiales de empresas multinacionales, fundamentalmente de EE.UU., serían responsables del 91% del total de fondos empresariales destinados a I+D.

Tabla 24.
Inversión en I+D de filiales de empresas de los Estados Unidos en Puerto Rico para el 2009

Tipo de empresa	Estimado de gasto en I+D (millones de dólares)	Por ciento	Estimado del número de empresas	Por ciento
Filiares de empresas de EE.UU.	285,4	90,8	26	24,6
Filiares de empresas de otros Países	1,9	0,6	3	3,3
Empresas de Puerto Rico	26,9	8,6	77	72,1
Total	314,2			

Fuente: Encuesta Piloto de Ciencia y Tecnología 2009: Investigación y Desarrollo (R&D), Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, 2011. Tabla 10 p. 26.

Si atendemos a las cifras del personal dedicado a la I+D en las empresas, también según la encuesta de Ciencia y Tecnología pero en este caso para 2013, podemos decir

¹⁷⁹ Encuesta de Ciencia y Tecnología 2014. Tabla 4- Gasto en I+D en empresas, por sector industrial.

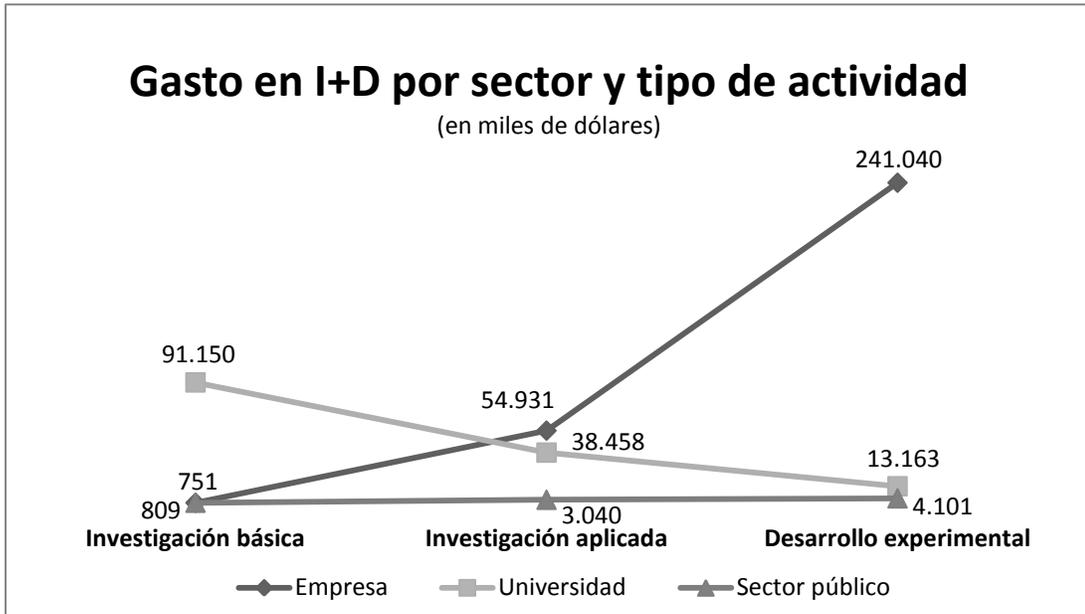
que alcanza el valor de 2,288 personas, 1,327 serían investigadores y los 911 restantes formarían el personal técnico y de apoyo a la investigación.¹⁸⁰

Una primera valoración de las cifras globales, tanto en gastos en I+D como en personal, nos permite confirmar la escasa dedicación de recursos a la investigación y la generación de innovaciones que realizan las empresas de la Isla. Esa cifra de \$314,2 millones en Investigación y Desarrollo representa un escaso 0,3% del PIB de Puerto Rico en 2009, un porcentaje que está muy lejos no sólo del gasto que realizan, en datos de 2012, las empresas de EE.UU.: 1,83% del PIB o de Japón, 2,5% del PIB; sino la generalidad de los países desarrollados que podemos tomar como referencia económica para Puerto Rico. El conjunto de los países pertenecientes a la OCDE destinan un 1,62% de su PIB a I+D, a la par que los 28 Países de la Unión Europea estarían dedicando un 1,22%. Entonces, tenemos una primera cifra de referencia que nos estaría identificando unos escasos esfuerzos en I+D que, lógicamente, deben concretarse en un potencial tecnológico muy limitado.

Por otro lado, si atendemos a la relación del gasto con el tipo de actividad de investigación que llevan a cabo las empresas podemos afirmar que responde a la lógica que nos podíamos esperar. Las empresas concentran sus esfuerzos en tareas de desarrollo experimental, las más próximas al mercado, constituyendo la investigación básica una actividad de carácter marginal. Las empresas no van a estar interesadas en actividades básicas, cuyos resultados no se materializan en innovaciones sino en nueva información que reclamará nuevas investigaciones para concretarse en un nuevo producto o proceso, dejando este tipo de tareas a la universidad o a los institutos de investigación pública como, hemos afirmado en apartados anteriores.

¹⁸⁰ IEPR. En Puerto Rico el personal en actividades de R&D- Equivalente a Tiempo completo (FTE), por sector y ocupación. Tabla 3.3.

Gráfica 9.
Gasto en I+D por sector y actividad para el 2012-2013



Fuente: IEPR

La propia gráfica 9, nos confirma el protagonismo de la universidad en la investigación de tipo básico a la par que nos identifica una grave ausencia del estado en este ámbito de la investigación básica. Remarcamos esta ausencia por cuanto si bien es cierto que no podemos esperar que las empresas lleven a cabo investigaciones básicas de manera significativa, ello no quiere decir que no sea fundamental que se lleven a cabo en el contexto de Puerto Rico si tenemos en cuenta que nuestra actividad productiva está centrada en productos que hemos calificado como de alta tecnología y por tanto, estamos manejando productos y procesos de fuerte base científica que van a reclamar un importante soporte de conocimientos básicos para evolucionar. Estamos trabajando en sectores de alto contenido científico sin que existan instancias de investigación que estén trabajando los conocimientos que utilizan. Una circunstancia que en definitiva nos vuelve a remitir a nuestra dependencia tecnológica de la economía estadounidense y a la renuncia a desarrollar una capacidad de impulso endógeno de actividades productivas en estos sectores de manufactura avanzada que constituye la producción de la Isla.

Si analizamos la distribución del gasto empresarial por sector de ejecución, veríamos que del total del gasto en I+D por las empresas en el 2013, la cantidad de \$143,5 millones, se adjudica al sector de la fabricación y servicios de investigación de productos farmacéuticos.¹⁸¹ Esta cifra representa el 48,3% del gasto total de I+D empresarial en la Isla.¹⁸² Un dato coherente con el doble motivo de que se trata de un sector de alta intensidad tecnológica y que es el de mayor importancia en la economía de la Isla. Por lo antes mencionado, la cifra de \$143,5 millones es claramente insuficiente para participar en la dinámica tecnológica del sector farmacéutico lo que es coherente con el hecho de que la producción farmacéutica es llevada a cabo por plantas productivas pertenecientes a empresas que realizan su actividad de I+D en sus casas matrices, allí donde localizan sus centros de decisión. Añade el IEPR (2014) que \$78 millones o el 54% de los fondos para I+D de productos y procesos farmacéuticos en Puerto Rico, proviene de las empresas matrices.¹⁸³ Una cifra que puede parecer poco significativa pero a la que concedemos un valor interpretativo alto en el sentido de que nos está reforzando esa idea de que toda la gestión de la I+D de las plantas instaladas en la Isla es llevada a cabo desde las oficinas centrales de las empresas.

Para confirmar el escaso protagonismo de las plantas que las empresas foráneas mantienen en la Isla, nos basta con fijarnos en los valores de las cifras de las actividades de I+D que llevan a cabo en nuestro contexto. Las plantas tienen una finalidad exclusivamente productiva como lo pone de manifiesto, con claridad, la comparación entre las cifras relativas al esfuerzo total en I+D que realizan las empresas extranjeras que operan en la Isla y el gasto en I+D que hacen las plantas de esas empresas que están instaladas en la Isla. Si hacemos referencia al sector de la farmacia, el más dinámico tecnológicamente de los que trabajan en la Isla, podemos señalar que, en datos de 2006, Merck y Pfizer, por ejemplo, gastaron en I+D un total de €4,1 y €5,4 mil millones, respectivamente mientras que Novartis y Astra-Zeneca invirtieron €5,2 y €4,1 mil millones, en I+D (Cotec, 2008, p. 138). Si tenemos en cuenta, como hemos indicado anteriormente, que el total de I+D que realizan las empresas farmacéuticas en la Isla ha

¹⁸¹ Incluye actividad de I+D en empresas y pruebas clínicas investigación de los hospitales.

¹⁸² Según clasificaciones del código NAICS 3254 y 5417, Tabla 4.1.

¹⁸³ IEPR. Encuesta de Ciencia y Tecnología 2014, Gasto en I+D por sector industrial y fuente de fondos. Código NAICS 3254.

sido, en 2013, de \$143,5 millones, está claro que sus plantas en Puerto Rico no tienen papel alguno en el desarrollo tecnológico de las empresas.

El segundo de los sectores de importancia en la economía de la Isla es el de: los equipos e instrumentos médicos. Un sector de alta intensidad tecnológica y, como veíamos anteriormente, dominado por empresas multinacionales de los EE.UU. Según IEPR (2014) el gasto de I+D en este sector durante el 2009 ascendió a \$14,6 millones y ha disminuido en el 2013 a \$13,5 millones.¹⁸⁴ Dicha cantidad para el 2013 representa un 4,5% del gasto total de las empresas en la Isla. Unas cifras que reflejan el carácter de planta manufacturera de la industria del sector en nuestra Isla en las que el protagonismo tecnológico es muy escaso y se limita a actividades de adaptación y tareas menores ligadas con ensayos y pruebas de calidad. Además, de los fondos que informan las empresas que utilizaron en el 2013 para I+D, los que ascendieron \$3,5 millones fueron de fondos propios a nivel local, mientras que \$8 millones fueron provistos por la matriz de fuera de la Isla.¹⁸⁵

En el resto de los sectores industriales, las actividades tecnológicas son menores. En el diseño de sistemas de computadoras y servicios, el gasto en I+D ascendió a \$9,5 millones. De este gasto las empresas del sector a nivel local aportaron \$4,6 millones y a nivel de las organizaciones a nivel matriz aportaron \$3,9 millones.¹⁸⁶ Cifras bajas en términos absolutos pero de mayor significación en términos relativos. No olvidemos que se trata de un sector con un número importante de pequeñas empresas, muchas de ellas locales, que trabajan, fundamentalmente, en el ámbito de los servicios y la creación de software.

Además, el IEPR (2014) presenta una interesante relación entre el gasto en I+D y la cantidad de empleados que tienen las empresas (tamaño de las empresas). Las empresas que realizan un mayor gasto en I+D son aquellas que cuentan en una plantilla situada en el marco de los 50 a los 249 empleados. Estas empresas en total gastaron \$117,6 millones, es decir, el 39,6%. Por otro lado, las empresas que mantienen una

¹⁸⁴ Encuesta de Ciencia y Tecnología 2014, Tabla 8. Gasto en I+D en Empresas, por sector industrial.

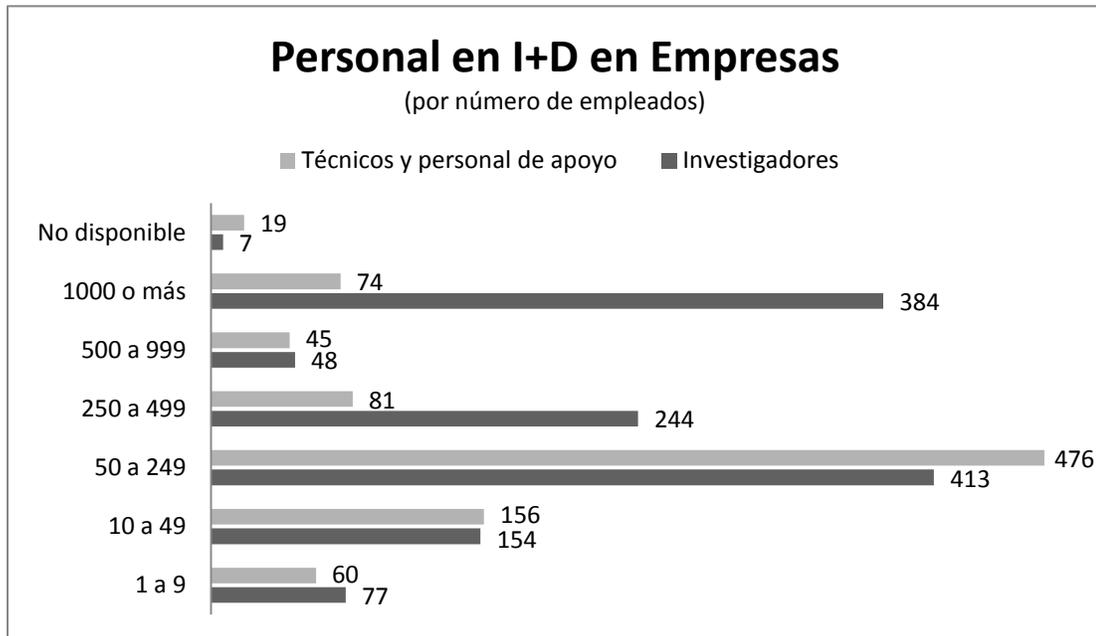
¹⁸⁵ Ibid. Gasto en I+D por sector industrial y fuente de fondos. Código NAICS 3391; 3353; 3345; y 3339.

¹⁸⁶ Ibid. Gasto en I+D por sector industrial y fuente de fondos. Código NAICS 5415.

plantilla de 1,000 o más empleados reportaron un gasto de \$71,3 millones, es decir, el 24% del total.¹⁸⁷

El estudio que revelaba además la cantidad de investigadores, técnicos y personal de apoyo en las empresas, se muestra en la gráfica 10.

Gráfica 10.
Personal dedicado a tareas de investigación por número de empleados de la empresa



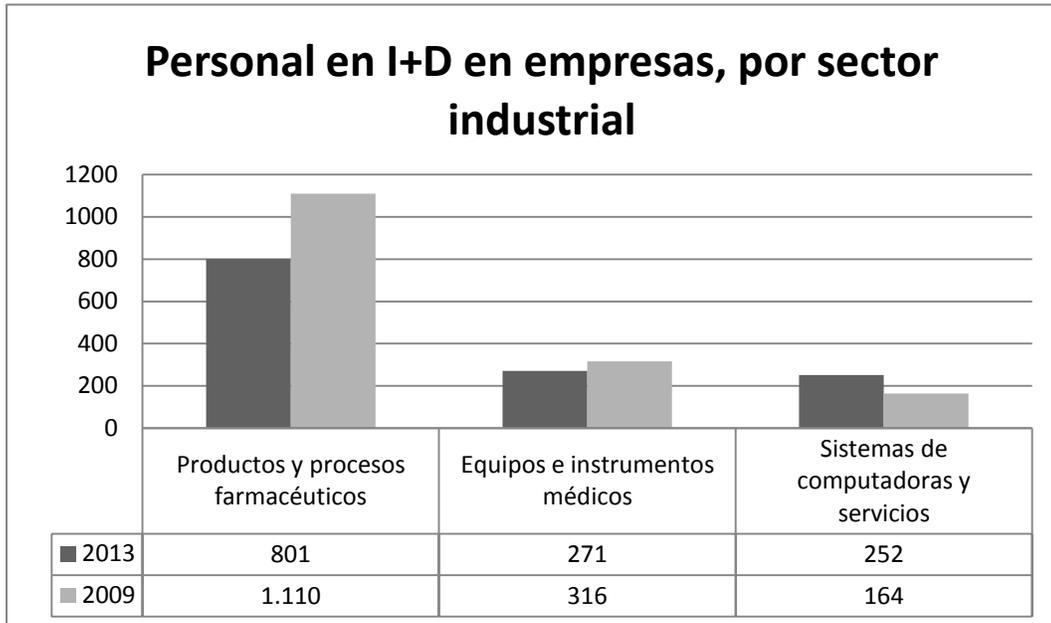
Fuente: IEPR

El desglose de personal en investigación por sector empresarial se muestra en la próxima página en la gráfica 11.

¹⁸⁷ Encuesta de Ciencia y Tecnología 2014, Gasto en I+D en empresas, por tamaño de las empresas.

Gráfica 11.

Personal dedicado a la investigación por sector industrial de alta tecnología.



Fuente: Encuesta IEPR; Cuento de Personas físicas

A partir de estos datos podemos obtener algunas conclusiones interesantes. Son las pequeñas y medianas empresas, aquellas que tienen una plantilla entre 50 y 249 empleados, las que presentan un protagonismo investigador más intenso a la par que registran una composición de los esfuerzos más coherente con una actividad de I+D eficiente al reconocer una presencia de los técnicos y personal de apoyo mejor proporcionada con el número de investigadores. El escaso personal de apoyo que identifican las grandes empresas nos está indicando que llevan a cabo tareas de escasa profundidad investigadora. Se dedican a adaptar a las condiciones locales los desarrollos que se han producido en otros lugares (laboratorios centrales) de la empresa.

El segundo de los gráficos nos aporta una interesante información en torno a la evolución de los esfuerzos en I+D empresarial. El gasto crece sólo en aquellas actividades dominadas por pequeñas empresas en la que se registra una fuerte presencia del capital local (sistemas de computadoras y servicios) a la par que retrocede, y de forma preocupante, en los sectores dominados por la gran empresa de capital foráneo.

Un aporte interesante para enjuiciar las características de la I+D que llevan a cabo las empresas nos lo proporcionan las cifras relativas al uso que hacen las empresas de los beneficios que ofrece la Ley 73 del 2008 y que les permite la obtención de un crédito contributivo equivalente al 50% del gasto en I+D.¹⁸⁸ Se trata, lógicamente, de ayudas instauradas para impulsar la I+D en las empresas y habría que decir que para poder reclamar este crédito contributivo, las empresas deben contar con la determinación según la Ley, un negocio elegible. La elegibilidad del negocio requiere una evaluación del proyecto de investigación a desarrollar la cual es realizada por el Director Ejecutivo de PRIDCO. El proyecto debe contar, además, con el endoso del Secretario de Desarrollo Económico y del Secretario de Hacienda.¹⁸⁹

Atendiendo los datos del cuadro adjunto podemos observar en primer lugar, que las cifras son extraordinariamente bajas en relación con el volumen de I+D que realizan las empresas. Al margen de que la actividad investigadora de las empresas sea, como hemos descubierto, escasa, nos indican que a las empresas no les interesa acogerse a los beneficios crediticios que les concede la ley cuando desarrollan sus actividades de investigación. Una actitud de rechazo a esta posibilidad, nos puede estar indicando dos vertientes; 1) que no les interesa descubrir el contenido de sus proyectos por su alto valor estratégico por cuanto podría tener consecuencias competitivas negativas (para solicitar el crédito hay que describir el contenido del proyecto); o 2) se trata, desde mi punto de vista, de la hipótesis más factible, que hacen una investigación de escaso valor innovador de manera que no les va a interesar someter a evaluación unos proyectos de investigación que sería discutible su clasificación como tales. Se trata de proyectos de adaptación tecnológica, de optimización técnica de los procesos productivos que se utilizan, tareas más rutinarias de ensayos clínicos, controles de calidad, entre otros.

La tabla 25, nos muestra el detalle de los créditos reclamados por las empresas y por año fiscal.

¹⁸⁸ Ley 73 del 2008, en la Sección 5(c)(1) Créditos por inversión en I+D, y otros conceptos. p. 38.

¹⁸⁹ Ibid. Sección 2(d)(1)(A,B,C y D)

Tabla 25.
Créditos contributivos por gastos en I+D reclamados por las empresas, por año al amparo de la Ley 73.

Ley 73 de 2008	2009	2010	2011	2012	2013
Inversión en I+D (en millones de dólares)	1,5	6,1	11,5	9,9	8,2

Fuente: Departamento de Hacienda, Informe Anual sobre Leyes de Incentivos Contributivos

Podemos observar que el informe anual muestra la disminución a partir del 2012 en los créditos reclamados por las empresas del gasto en I+D.¹⁹⁰ Este dato guarda relación con la reducción en la cantidad de las empresas promovidas por PRIDCO, aunque difiere en relación al gasto que informan las empresas en los estudios realizados por el profesor Lobato.

La colaboración empresa-universidad en materia de I+D.

En la medida en que defendemos un punto de vista analítico que contempla el fenómeno de la innovación desde una perspectiva sistémica estamos obligados a conceder a los aspectos cooperativos un valor fundamental para explicar los resultados tecnológicos que se obtengan en un contexto determinado. Y será la colaboración universidad-empresa a la que debemos conceder una atención prioritaria. En la economía de la Isla si atendemos a los resultados de las investigaciones de Manuel Lobato, la colaboración entre la industria y la universidad es débil y mínima. Añade Lobato, que para el 2011, del total de los \$164 millones que alcanzó la inversión universitaria en I+D, sólo \$4,4 millones o el 3%, fueron aportados por las empresas a las universidades. De la cantidad total, \$2,45 millones a UPR Ciencias Médicas y \$1,90 UPR Mayagüez (recinto especializado en ingeniería).¹⁹¹ Unas cantidades que ponen de manifiesto el escaso interés de la empresa tanto por la investigación universitaria como por los recursos tecnológicos de que dispone la UPR. Otro dato complementario que tomamos del profesor Lobato

¹⁹⁰ Informe Anual a la Asamblea Legislativa sobre el pago de contribuciones por año fiscal de los negocios acogidos a las leyes de incentivos Ley 135 de 1997 y Ley 73 de 2008.

¹⁹¹ Lobato y Vega, 2014. Tabla 2.1: Inversión en I+D en entidades de educación superior y distribución por fuentes de fondos. Año fiscal 2011.

tendría que ver con la escasa relación que descubrimos entre la investigación universitaria y la aplicación comercial de esos resultados. Es decir, al margen de la escasa relación universidad-empresa tampoco descubrimos una capacidad significativa de la investigación universitaria para generar proyectos empresariales.¹⁹²

Añade Lobato que a través de sus investigaciones ha identificado sólo tres casos de acercamientos de las empresas a la universidad con una estabilidad que vaya más allá de los cinco o más años. Afectan a una empresa farmacéutica no local; y dos empresas de manufactura locales. En las entrevistas realizadas por el profesor Lobato en su trabajo, la razón que se indicaba para justificar ese bajo grado de colaboración era que la burocracia universitaria la que toma demasiado tiempo para llevar a cabo acuerdos de colaboración. Nos atrevemos a añadir que la falta de coherencia en los esfuerzos que hacen la universidad y las empresas constituye un elemento que también está explicando la falta de colaboración.

Cierto que en los últimos años estamos asistiendo a la puesta en práctica de medidas empeñadas en impulsar las relaciones universidad-empresa. Destaca la UPR Mayagüez (UPRM) en esta iniciativa. La UPRM ha establecido, desde el 2011, una oficina conocida como Innovación Colegia (IC), con el fin de colaborar a través de profesores, investigadores y estudiantes en proyectos de investigación dirigidos a búsqueda de soluciones para la empresa. La propia Universidad presenta los logros alcanzados por la oficina desde el momento de su puesta en marcha hasta el momento presente. Entre los logros de colaboración que la citada UPRM ha realizado con micro empresas locales en desarrollo, se encuentran en orden alfabético:

- 1) Appropriate Technology Solar, empresa dedicada a las fuentes alternas para producir energía.
- 2) Caribbean Thermal Technologies, una empresa dedicada a administración y desarrollo de tecnologías en productos y soluciones de sistemas de energía solar y eficiencia de energía en edificios.
- 3) CDI Laboratories, empresa dedicada al desarrollo y mercadeo de aparatos médicos y terapéuticos para la salud.

¹⁹² Ponencia del Dr. Manuel Lobato Vico, sobre el Proyecto del Senado 1032, para fomentar el desarrollo económico al establecer la Política Pública de Ciencia Tecnología e Innovación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Llevada a cabo el 23 de abril de 2014.

- 4) Collect Mobile, reciclaje de componentes de los aparatos móviles.
- 5) Cutting Edge, empresa que desarrolla tecnología de cables de magneto para máquinas de pruebas médicas tipo resonancia magnética.
- 6) Entevia, esta es una dedicada a la inversión de riesgo en empresas que pretenden acceder a nuevos mercados fuera de la Isla.
- 7) Innovation Research & Engineering, empresa dedicada a la investigación y diseño de espacios físicos eficientes energéticamente.
- 8) Mango Technica, empresa que diseña a la medida aplicaciones de software.
- 9) NanoEssentials, Empresa que facilita el uso de nanopartículas para diversos propósitos médicos.
- 10) Phidelix Technologies Corporation, que se dedica a las soluciones electrónicas de documentos digitales que son confidenciales o de cumplimiento regulatorio.
- 11) PR Protein Characterization Laboratories, empresa dedicada a la investigación de las funciones moleculares de las proteínas.
- 12) Sonar Sensing Technologies, Empresa dedicada al desarrollo de instrumentos médicos.¹⁹³

Esta colaboración ha estado vinculada a los esfuerzos de apoyo de PRTEC y el espacio físico en las facilidades de ViTEC2.¹⁹⁴ Un listado que aun cuando en términos absolutos refleja unos resultados modestos, constituye un primer éxito en el impulso del establecimiento de relaciones entre universidades y empresas. Un proceso de construcción de relaciones que no resulta fácil de realizar y que en todo caso reclama tiempo. Podemos decir que estaríamos iniciando un camino que habría que tratar de recorrer en el mínimo tiempo posible si tenemos en cuenta la enorme importancia que tiene la universidad, en definitiva los conocimientos y la investigación de tipo básico, para una economía que trata de instalarse en actividades económicas de fuerte base científica.

¹⁹³ *University Innovation: from Laboratory to Marketplace*. Recuperado en: prtconline.com/files/9213/5542/3305/Resumen_Innovacion_Colegial.pdf. p.5; Entrevista con el Dr. José I. Vega, Director de la Oficina de Innovación Colegial.

¹⁹⁴ *University Innovation: from Laboratory to Marketplace*. Recuperado en: prtconline.com/files/9213/5542/3305/Resumen_Innovacion_Colegial.pdf. p.4

Tampoco podemos afirmar que las universidades de Puerto Rico están generando un número de patentes y de empresas en proporción con los que cabría esperar a partir de la inversión realizada en I+D, aunque en los últimos dos o tres años, tal como indica Lobato, se estaría produciendo un aumento destacable.¹⁹⁵

En materia de *spin-offs*, unos procesos que siguiendo a Pirnay y otros (2003, p. 356) se definen como: “empresas nuevas creadas para explotar comercialmente conocimientos, tecnologías o resultados de investigación desarrollados en una universidad”. Según la literatura económica, estos están llamados a jugar un papel creciente en la materialización de proyectos empresariales en los sectores de alta tecnología, tampoco podemos decir, por los resultados observados, que estén jugando, como nos señalan Lobato y Vega (2014, p. 54), un papel significativo en nuestra economía.

B. El desarrollo de las capacidades competenciales: Aprendizajes y Formación

Tras las actividades de I+D, el segundo de los ámbitos que conforman las fuentes de tecnología para las empresas viene dado, de acuerdo con la Teoría de Recursos y Capacidades, por las aportaciones de los recursos humanos. Son los trabajadores, nos dicen Brunet y Cincunegui, con sus habilidades, destrezas y conocimientos los que propician las innovaciones, dado que la creatividad y generación de ideas para la innovación no necesariamente surgen en el departamento de I+D o en el de producción, pues puede surgir de cualquier trabajador mediante una idea que se convierte en una mejora o novedad para los procesos y procesos productivos (Brunet y Cincunegui, 2010, p. 81). La base de competencias de una firma estaría conformada por los conocimientos encaminados a conseguir una mayor eficacia en el manejo de los procesos productivos que utiliza y se nutriría de una doble fuente de conocimientos: en primer lugar, la formación reglada y no reglada que organizará la empresa para mejorar la cualificación de sus empleados y, en segundo lugar y de manera fundamental, a través de los procesos de aprendizaje que se desarrollan como consecuencia de la propia práctica en las actividades productivas. Se trata de un cuerpo de conocimientos enormemente relevante

¹⁹⁵ Lobato y Vega (2014, p. 54)

para determinar la posición competitiva de una empresa porque hace referencia a los conocimientos relativos al funcionamiento de los procesos productivos que utiliza (entendiéndolo en sentido amplio: proceso productivo, relaciones de cooperación con otros agentes), por lo tanto, van a condicionar la eficacia que se consiga con su manejo. Por otro lado, constituye una fuente de conocimiento de gran valor competitivo para un tejido empresarial como el de Puerto Rico, conformado por filiales de multinacionales que no van a llevar a cabo actividades de I+D en la propia Isla, de manera que la propia continuidad de las plantas en la Isla estará condicionada por el grado de competitividad que puedan alcanzar a través, fundamentalmente, de los procesos de aprendizaje que sean capaces de llevar a cabo. Los procesos de aprendizaje por la práctica constituyen unos mecanismos de enriquecimiento tecnológico ampliamente analizados en la literatura económica. La literatura los cuantificó, en sus inicios, a través del estudio de las llamadas curvas de aprendizaje que se desarrolla a partir de los trabajos pioneros, entre otros, de Hirsch (1952) que va a observar que duplicando la producción acumulada de aviones se obtenía una reducción media en las necesidades directas de mano de obra del 20%. Un enriquecimiento de particular interés si tenemos en cuenta que se construye sobre la propia actividad de la firma por tanto, estarían impulsando de manera directa su propia trayectoria evolutiva. Estaríamos aprendiendo a hacer mejor lo que hacemos, lo que va a tener unas consecuencias económicas positivas evidentes.

La literatura nos identifica distintos ámbitos de aprendizaje en cuanto que cada tipo de actividad será susceptible de proporcionar un distinto tipo de conocimientos capaces de mejorar el funcionamiento de los procesos. El autor más significativo va a ser Arrow (1962), que desarrolla el concepto del *learning by doing*, en el que nos recogería las competencias adquiridas a través de la práctica en la producción. Mejoramos nuestro manejo de los procesos como consecuencia de su propia utilización. En años más recientes, Lundvall (1992) acuña el *learning by interacting* que nos recogería los procesos de aprendizaje ligados a la cooperación interindustrial, es decir, a la práctica en tareas que implican relaciones de la empresa con otros agentes. Se trata de conocimientos de particular importancia en contextos productivos de tipo reticular. La producción en red está suponiendo la integración de distintos actores entre los que se establece unas relaciones, ya sean de flujos de mercancías, de cooperación tecnológica, de suministro de

servicios, y otros, susceptibles de definir un campo de actuación que ofrecerá posibilidades de mejora en dichas actuaciones a través de los aprendizajes que se desarrollen por la práctica en esas relaciones.

La evidencia empírica nos muestra que la práctica en la producción en base a un determinado modelo organizativo es una fuente de aprendizaje que tendrá un reflejo económico en términos de ganancias en la productividad, de tal manera que, a pesar de que no se produzca una modificación en la tecnología empleada, la mayor experiencia que adquiere el factor trabajo a lo largo del tiempo con la práctica en la producción, permite el desarrollo de mayores habilidades que van a mejorar su ejecución y se reflejarán en una mayor eficacia. Esto constituye la fuente interna más relevante, puesto que se trata de conocimientos difícilmente formalizables, muchos de ellos tácitos, específicos a las actividades concretas de la firma, de difícil apropiación y que utilizan la práctica como vehículo de acumulación. Se concretan en saberes y rutinas con dimensión tanto individual como colectiva. Las organizaciones son también sujetos de aprendizaje y depositarias de conocimientos, de imposible transmisión en su integridad y que se generan en todos los ámbitos de la operativa empresarial.

En consecuencia, un argumento fundamental para juzgar la salud del tejido productivo de un contexto económico dado vendrá determinado por el dominio de que dispongan en estas competencias. Así, aquellas empresas con mayor experiencia en el sector, serán susceptibles de haber desarrollado procesos de aprendizaje más densos que les permita disfrutar de mayores capacidades competenciales. Estarán, por tanto, en mejores condiciones para propiciar respuestas productivas satisfactorias. Obsérvese que la mayor complejidad en las soluciones de proceso que se utilizan, aumentará el papel competitivo de unos aprendizajes cuya importancia, por otra parte, no se limita a la que se deriva de su utilidad estática, sino también, y fundamentalmente, a los efectos dinámicos que propician en cuantos mecanismos de capacitación para la profundización futura en la mejora de esos procesos.

Señalábamos, anteriormente, que los procesos de aprendizaje van a tener una importancia fundamental para la economía de Puerto Rico si tenemos en cuenta que nuestro tejido empresarial está conformado por filiales de multinacionales que no van a llevar a cabo actividades de I+D en la propia Isla, de manera que el grado de

competitividad que puedan alcanzar las plantas que trabajan en la Isla va a depender, fundamentalmente, de los procesos de aprendizaje que sean capaces de llevar a cabo. Pero habría que añadir que ese grado de competitividad que se alcance no sólo es importante porque determinará los beneficios que se obtengan, sino porque en la medida en que se trata de filiales de empresas multinacionales instaladas únicamente por razones productivas, la pérdida de eficiencia puede traducirse en una deslocalización productiva que busque nuevos lugares en los que llevar a cabo su actividad en mejores condiciones. La realidad productiva de la Isla, nos muestra un abanico de actividades en los campos de la farmacia, equipos médicos, electrónica, que constituyen la base productiva fundamental y nos identifican sectores de alto contenido tecnológico con procesos productivos complejos que los recursos humanos de las empresas saben manejar. La economía de la Isla tiene una amplia experiencia productiva acumulada en la práctica en la producción en sectores de alta tecnología que refuerza su posición en los mismos. Las empresas instaladas han acumulado conocimientos en el manejo de los procesos productivos que les confiere una posición competitiva muy favorable en el sector y que nos estaría explicando el interés de las empresas multinacionales por permanecer en la Isla. De hecho contamos con una amplia base productiva de plantas en actividades de alta tecnología con una presencia antigua en la Isla que identifica la existencia de capacidades competitivas que estarían justificando esa presencia tan prolongada.

El reporte anual que desarrolla el *World Economic Forum* (WEF) conocido como el *Global Competitiveness Index*, para el 2013-2014, presenta en el pilar décimo segundo denominado para medir la innovación, la clasificación de Puerto Rico en la posición 24 de 148 Países que forman parte del informe.¹⁹⁶ La clasificación mantiene una buena posición competitiva de la Isla como consecuencia no tanto de las inversiones en I+D sino por el hecho de que cuente con el conocimiento derivado tanto de los procesos educativos como de los aprendizajes desarrollados por la práctica en la producción.¹⁹⁷

Formación

¹⁹⁶ Recuperado en: www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf. pp. 320-321.

¹⁹⁷ Ibid. WEF pp. 8-9

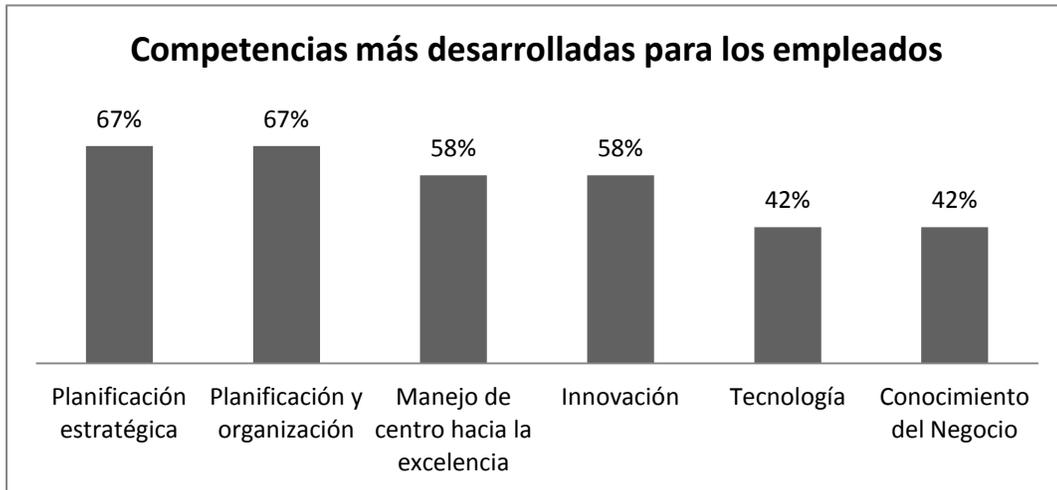
Directamente conectada con el tema de los aprendizajes estaría la cuestión de la formación. Las empresas van a desarrollar programas de formación que van a tener como objetivo facilitar el aprendizaje por la práctica. La formación nos aporta saberes que nos van a permitir desarrollar con mayor eficacia nuestra actividad, para conocer mejor nuestra actividad y proponer alternativas de manejo que aporte mejores resultados. Una dimensión que entra en juego en el desarrollo de cualquier actividad. Cualquiera de nosotros llevamos a cabo tareas susceptibles de desarrollarse con mejores resultados como consecuencia de los mayores niveles de cualificación que podemos desarrollar a través de los procesos formativos. Esto se refiere al contexto productivo: la demanda (tipología, volumen, proximidad entre otros), tipología de las actividades productivas que desarrollamos (características de los procesos productivos, relaciones con otros agentes, entre otros), quien determinará la tipología de conocimientos que nos van a resultar útiles para llevar a cabo nuestra actividad y condicionará, por tanto, el contenido de nuestras actividades de formación. Es importante que cada empresa diseñe su propio plan de formación, porque los conocimientos útiles para mejorar su actividad serán específicos a ella. Dado que la actividad productiva fundamental de la Isla está basada en filiales de empresas multinacionales que no hacen I+D en nuestro territorio, la capacidad competitiva de las plantas instaladas en la Isla dependerá, en gran medida, de las capacidades competenciales del elemento humano que trabaja en ellas. No es mucha la información disponible referida a las tareas de formación que afectan a las empresas de Puerto Rico. Una ausencia de estadísticas que nos impide profundizar sobre la problemática de la formación en nuestro territorio. Encontramos con un interesante estudio conocido como: *Puerto Rico HR Trends 2012*, llevado a cabo por la empresa internacional de recursos humanos Aon Hewitt, sobre las actividades de formación en las empresas de la Isla que nos va a resultar de utilidad. El estudio señala que las empresas en Puerto Rico se esfuerzan por contar con empleados con las destrezas que les permitan ser cada vez más competitivos en sus mercados.¹⁹⁸ En la medida en que las áreas de mayor demanda laboral en la Isla incluyen: conocimiento del negocio; aspectos regulatorios; y destrezas técnicas y tecnológicas, lo que nos explica los resultados de la

¹⁹⁸ Estudio elaborado por Aon Hewitt, a base de información provista por 20 empresas a través de grupos focales en representación de las industrias establecidas en la Isla. El estudio fue en colaboración de la Sociedad para la Gerencia de los Recursos Humanos, Capítulo de Puerto Rico. p. 9.

gráfica 12, en la que se identifican las áreas de formación que se están impulsando describiendo la inversión en capital humano y los esfuerzos de capacitación que se están llevando a cabo.

Gráfica 12.

Áreas de formación que se están impulsando y la inversión en capital humano en el 2012.



Fuente: Gráfica tomada del estudio 2012 elaborado por Aon Hewitt para Puerto Rico. p. 10

La gráfica 12, muestra que para las empresas la capacitación en las áreas propiamente organizacionales de las mismas mantiene mayor relevancia que otras áreas de cómo las relacionadas con la tecnología y su manejo. Además, el estudio desarrollado por Aon Hewitt, revela que el método de formación más utilizado en la Isla son los eventos presenciales con 92%, seguido de formación en el puesto con 75% y cursos *online* con 58%.¹⁹⁹ La inversión anual promedio en formación varía por empleado dependiendo el nivel. El desglose es: \$200 en empleados no supervisores; \$300 a \$400 supervisores; y \$500 o más para alta gerencia y ejecutivos. Las principales prácticas más utilizadas incluye: academias técnicas con recursos internos; proceso de manejo de desempeño; “webinars”; y *Cross-training*.²⁰⁰ Las empresas además indicaron en 58% que la formación en mayor uso de la tecnología será el que tendrá mayor énfasis.²⁰¹

¹⁹⁹ Estudio elaborado por Aon Hewitt, Gráfica de los métodos de adiestramiento. p.10.

²⁰⁰ Estudio elaborado por Aon Hewitt, Gráfica de los métodos de adiestramiento. p.11.

²⁰¹ Ibid.

3.2.4.4. Una evaluación de las actividades tecnológicas de las empresas en Puerto Rico.

La descripción realizada sobre las actividades y situación tecnológica de las empresas de Puerto Rico nos permite destacar una serie de conclusiones.

En primer lugar descubrimos que se trata de un tejido empresarial que lleva a cabo una escasa actividad de I+D lo que determina una debilidad estructural en materia de innovación muy importante. Las empresas de la Isla disponen de una capacidad de innovación endógena muy limitada.

En segundo lugar, debemos destacar las competencias acumuladas por la práctica en la producción en actividades de alta tecnología. Se trata del activo competitivo más relevante. Una circunstancia que nos estaría explicando la fuerte presencia de empresas filiales de EE.UU. que van a utilizar la Isla como base productiva para la exportación. El hecho de que sean sectores de alta tecnología pone en valor el *know how* en un ámbito que maneja procesos complejos.

En tercer lugar, la ventaja tecnológica que suponen las competencias productivas y organizativas de que se disponen representa un argumento muy pobre para el devenir productivo futuro, lo que nos lleva a afirmar que la Isla necesita desarrollar comportamientos que fortalezcan el anclaje de estas filiales en la Isla con objeto de reforzar su interés por continuar en nuestro territorio. Un objetivo que pasa, necesariamente, por desarrollar el papel de aquellos elementos que forman parte de la operativa observada en las empresas y que son susceptibles de representar factores de anclaje en el territorio en que se ubican (Bilbao y Camino, 2008). Un efecto que se deriva, fundamentalmente, del establecimiento de interacciones con el contexto institucional y empresarial.

Destacaríamos, las interacciones siguientes:

- Aquellas que las filiales puedan establecer con Centros Tecnológicos, Universidades, entre otros, del contexto. La disposición, en la Isla, de un contexto tecnológico, puede ayudar a establecer, en el terreno de la investigación, vínculos de las empresas con instancias del País. Debe tenerse en cuenta que cada empresa, en virtud de los conocimientos tecnológicos que maneja, va a definir un contexto significativo en cuanto que va a definir aquel tipo de información que le va a

resultar útil desde el punto de vista creativo. Ciertamente que las empresas de la Isla son grandes empresas, capaces de gestionar su dinámica tecnológica en base a su propia I+D interna, pero la existencia de recursos tecnológicos locales puede incentivarles a sustituir en aquellas tareas no estratégicas tecnológicamente, a los recursos internos por recursos del territorio siempre más baratos. Por otro lado, el impulso de una I+D en el País en campos de conocimiento afines a los que maneja la industria puede provocar la generación de actividades empresariales que complementen la propia que llevan a cabo las empresas instaladas o aprovechen nichos de producto que no atienden éstas.

- Aquellas que puedan establecerse en el ámbito de las actividades productivas entre plantas filiales y empresas suministradoras locales. Estaríamos buscando las ventajas que se derivan de operar en un contexto económico que ofrezca, también, un tejido empresarial susceptible de absorber aquellas tareas productivas que, de manera puntual o permanente, decidan externalizar las grandes empresas. Una oferta eficiente de productos y servicios en el ámbito local puede resultar de enorme interés para unas plantas localizadas, no olvidemos, en una Isla de manera que la proximidad física con ese agente al que se encarga determinada tarea tiene un alto valor tanto económico como logístico. El establecimiento de relaciones con interés económico para las filiales constituye un interesante recurso para reforzar su anclaje en nuestra economía.
- La importancia tecnológica concedida a los elementos competenciales asociados a los recursos humanos nos hace insistir en la necesidad de destacar la importancia de la formación y la cualificación de dichos recursos humanos. Conocida la composición de nuestro tejido productivo estamos en condiciones de determinar las áreas de conocimiento que sería importante impulsar en el terreno formativo, fundamentalmente en el ámbito universitario si tenemos en cuenta que se trata de actividades de alto contenido científico, para tender a las cualificaciones que demandan las empresas. Por otro lado y en relación con este asunto sería necesario hacer énfasis en la formación llevada a cabo en el interior de las propias

empresas. El gobierno debe estar interesado en impulsar las tareas de formación interna que atiendan a las necesidades específicas de cualificación que tiene cada empresa porque no sólo permite obtener mejores rendimientos a través del desarrollo de las aptitudes concretas que reclama la evolución de cada proyecto empresarial, lo cual es positivo para la empresa, sino porque constituye un argumento interesante de anclaje de la planta al territorio local. Para un tejido productivo en el que las competencias de sus recursos humanos representan un factor competitivo fundamental, el trabajar en un contexto en el que cuentan con el apoyo público y la existencia de una oferta formativa de interés, constituye un elemento de anclaje en el territorio muy potente.

3.2.5. Las sociedades de Capital de Riesgo

En el caso de Puerto Rico, existen cuatro empresas locales que se clasifican como organizaciones con fondos de capital de riesgo. Las empresas son; Advent-Morro Equity Partners, Inc.; GM Capital Holdings; Grupo Guayacán Inc.; Miradero Capital Partners Inc.²⁰² Según la información que proveen estas empresas sus inversiones de capital están dirigidas hacia las áreas en negocios establecidos de la manera siguiente: capital para empresas establecidas que sean PYMES; empresas de construcción y administración comercial o residencial; y administración de fondos conocidos como *private equity*.²⁰³

La información sobre las empresas a las que aportan fondos, cantidades y las condiciones bajo las cuales se otorgan los fondos, se mantiene en forma confidencial entre las partes.²⁰⁴ Según el informe sobre los fondos de capital, preparado por la Oficina del Comisionado de Instituciones Financieras de Puerto Rico (OCIF), el total de activos de capital en el primer trimestre de 2014, asciende a \$56 millones.²⁰⁵ Los activos de capital registrados son utilizados para el crecimiento y financiación de proyectos

²⁰² *Caribbean Business, Type of Business, Venture Capital Firms*. Recuperado en: www.caribbeanbusinesspr.com/cbdirectory/rptr_directorio02.php?ct_id=67999780&c

²⁰³ La información es provista por las páginas web de las empresas. Además de las entrevistas personales realizadas por este investigador a los empresarios y funcionarios gubernamentales que formaron parte de los datos utilizados.

²⁰⁴ Entrevistas realizadas por este investigador a ejecutivos de empresas.

²⁰⁵ Recuperado en: www.ocif.gobierno.pr/documents/Q2-2013/venture_cap_funds.pdf

particulares de empresas operando. La relación de utilización de fondos de capital desarrollado por estas empresas en la Isla y debido al tipo de negocio que realizan, no puede ser considerado como capital de riesgo dirigido a la I+D+i.

Por otro lado, los autores Lobato y Vega (2014, p. 56) encontraron que la ausencia de inversión en capital de riesgo se atribuye a lo que llaman “desequilibrios estructurales de la economía de Puerto Rico.” Sobre esto añade Sánchez (2010, p. 219) que la dependencia de los fondos provenientes del gobierno de los EE.UU. es muy grande, por lo que no se estimula el desarrollo de otras alternativas de financiamiento sumado a que la contribución del sector privado es muy baja.

El PRSTRT mejor conocido como el fideicomiso de ciencias, es una organización sin fines de lucro que cuenta con fondos para asignarse a I+D+i y el acceso a estos fondos mantiene como condición el cumplimiento de los criterios de prioridad iniciativas en los sectores de tecnología. Los sectores de tecnología establecidos como prioridad por el PRSTRT incluye: ciencias vivas; fuentes de energía alterna; ciencias ambientales y agrícolas; tecnologías de la información y ciencias de computadoras; dispositivos médicos; y aeroespacial y aeronáutica.²⁰⁶ Además la iniciativa que aspire a recibir fondos para su propuesta, debe demostrar el potencial impacto económico del desarrollo de su investigación y potencia comercialización del resultado, incluyendo los beneficios de desarrollo para la Isla.²⁰⁷ Aunque el fideicomiso cuenta con fondos para invertir en propuestas de riesgo, el acceso a los fondos tiene que cumplir con los requisitos establecidos como: desarrollo de tecnologías e innovación, potencial de comercialización, dirigido a colaboración con la industria y de adopción temprana por esta del adelanto tecnológico, promoción de la transferencia de tecnología de las universidades locales al sector privado, contar con un equipo gerencial de acuerdo con los objetivos propuestos y que cumplan con los requeridos por el fideicomiso, y que los resultados desarrollen propiedad intelectual local y preferible a través de la obtención de una patente.²⁰⁸ La tabla 26, muestra la asignación de capital durante el 2012-2013 a investigaciones dirigidas a la comercialización en ciencias y tecnología.

²⁰⁶ Recuperado en: <http://prsciencetrust.org/2013/service-2/services/elegibility-criteria/>

²⁰⁷ Ibid. PRSTRT

²⁰⁸ Recuperado en: <http://prsciencetrust.org/2013/projects/fy2014-15-01-introduction/fy2014-15-01/>

Tabla 26.
Asignación de capital por el Fideicomiso (PRSTRT) durante el 2012-2013.

Empresa	Meta	Cantidad (en dólares)
CDI Laboratories, Inc.	Desarrollo de proteína <i>microarrays</i> y generación de un altamente específico anticuerpo monoclonal	889,695
Cutting Edge Superconductors, Inc.	Investigación para desarrollo de prototipo de cable MgB2 próxima generación, libre de criogenética para resonancia magnética	50,000
Caribbean Biotechnologies, Inc.	Desarrollo de un dispositivo médico tipo sensor óptico para detección de la bacteria de la tuberculosis	102,000
Fundación de Investigación, Inc.	Desarrollo de biomarcadores para diagnosticar fibromas en el hígado	135,000
Escuela de Medicina de Ponce	Desarrollar biomarcadores para diagnosticar endometriosis	125,640
Total		1,302,335

Fuente: *PRSTRT Annual Report 2013, Funding for Technology Development and Commercialization Projects*

Según el informe anual de PRSTRT a las instituciones que se le asignó fondos durante el 2013 son organizaciones con experiencia probada en investigación y con capacidad para aportar fondos a sus proyectos. No se desprende del informe de otras instituciones sin recursos económicos u otras fuentes de financiamiento que recibieran fondos del PRSTRT, de organizaciones que requieran un fondo semilla o capital de riesgo para desarrollar sus investigaciones.

En resumen la barrera de acceso a fondos de capital para llevar a cabo iniciativas de innovación en la Isla, va en acuerdo con el resultado de las entrevistas realizadas por este investigador. Ante la pregunta hecha a los profesionales sobre las limitaciones a la innovación en la Isla, los entrevistados contestaron en el 48%, que la limitación principal es la falta de recursos económicos.²⁰⁹

²⁰⁹ Las entrevistas fueron realizadas a 27 personas entre el 2012 al 2014. La distribución de los entrevistados fue la siguiente: 7 funcionarios de gobierno; 8 funcionarios y profesores universitarios; 6 ejecutivos de empresas; y 6 representantes de entidades sin fines de lucro. La entrevista consistió de las mismas 7 preguntas. Las entrevistas fueron realizadas en forma presencial, con dos excepciones que fueron realizadas vía telefónica. Esto representa el resultado de la Tercera pregunta (b) de la entrevista.

¿Cuáles son las limitaciones de la gestión relacionada con la innovación en las organizaciones en Puerto Rico?

Limitaciones expresadas	Desglose de respuestas	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulativo
1) Falta de recursos económicos	12	44,4	48,0	48,0
2) Ausencia de alianzas entre sectores	4	14,8	16,0	64,0
Válido 3) Ausencia de continuidad en la administración del gobierno	4	14,8	16,0	80,0
4) Ausencia de una estructura de procesos	5	18,5	20,0	100,0
Total	25	92,6	100,0	
No contestaron	2	7,4		
Total	27	100,0		

La limitación que tiene la Isla en acceso a fondos locales de capital de riesgo para proyectos de investigación e innovación, restringe el comienzo y desarrollo de nuevas iniciativas. El acceso a fondos combinado con la ausencia de líneas claras de información y agilidad de procesos son barreras que impiden el desarrollo de los *Start ups*.

3.2.6. Políticas Científico- Técnicas.

En Puerto Rico los primeros esfuerzos dirigidos a implementar una política pública sobre ciencia y tecnología se localizan en la década de 1960 y tendrían que ver con aquellos que impulsa el gobierno de la región. Más adelante se van a registrar distintas iniciativas protagonizadas por los gobiernos locales.

En este apartado nos proponemos repasar el contenido de las iniciativas de política tecnológica llevadas a cabo en la Isla a partir de una descripción que tienen en cuenta, en primer término, lo realizado por el gobierno regional para, posteriormente repasar las actuaciones implementadas en base a distintas iniciativas locales que se han organizado desde los ámbitos de la municipalidad. En un juicio rápido sobre las

características de la política tecnológica puertorriqueña podemos afirmar que no se ha diseñado atendiendo a una visión sistémica que tenga en cuenta la complementariedad en las actuaciones de las diferentes instituciones sino que ha respondido a una serie de iniciativas aisladas, buscando objetivos de desarrollo concretos sin que podamos hablar, a la vista de los hechos, de la existencia de una política tecnológica coherente para el conjunto de las instituciones de la Isla. Esa misión fundamental para la política tecnológica que consiste en dotar de coherencia al conjunto de todos los esfuerzos que se llevan a cabo ha estado ausente de las medidas implementadas. Una consecuencia que hemos podido observar con el repaso de los comportamientos de las instituciones implicadas y que vamos a volver a poner de manifiesto con el estudio de las políticas tecnológicas puestas en práctica a lo largo de los últimos años.

A. La Política tecnológica del Gobierno Regional

En la búsqueda de crear las condiciones para inducir el crecimiento económico en la Isla, en el 1967 por encomienda del gobernador Roberto Sánchez Vilella y el auspicio de la Administración de Desarrollo Económico de Puerto Rico, las organizaciones norteamericanas, *National Academy of Sciences*, en conjunto con la *National Academy of Engineering*, presentaron el primer estudio sobre desarrollo económico basado en ciencia y tecnología titulado: *Science and Technology in Support of Puerto Rico's Economic Development*. El desarrollo del estudio estuvo a cargo de un comité dirigido por el Dr. John C. Warner, del *Carnegie Institute of Technology*, en Pensilvania. El propósito del estudio fue considerar las facetas con los problemas de coordinación y expansión de la investigación industrial en Puerto Rico. Además, indicar las implicaciones para el desarrollo de los recursos humanos y el rol de la educación superior en satisfacer los requerimientos de ciencia y tecnología en el proceso de crecimiento. Algunas de las conclusiones del estudio incluía: la sofisticación y aumento del volumen de investigación y de desarrollo para mantener su desarrollo económico; obtener los recursos para la investigación en laboratorios locales de excelencia en ciencia aplicada para así atraer las investigaciones en laboratorios fuera de la Isla; una educación de excelencia en ingeniería, ciencias y tecnología con facilidades para adiestramiento de las personas; y

desarrollar modernos complejos de laboratorios entre universidades e industrias para crear el ambiente y preparar al recurso humano para que se convierta en una comunidad de ciencia y tecnología.²¹⁰ El comité presentó algunas preocupaciones al gobierno sobre la ausencia de provisión de recursos productivos más allá de la manufactura e hizo énfasis en sus recomendaciones en relación al desarrollo de las capacidades tecnológicas para generar innovaciones y que estas se incorporaran a la capacidad productiva (Del Valle, 1999, p. 68). Añade Del Valle (1999) que una vez se tuviera la base para el conocimiento y se incorporaran las tecnologías apropiadas, se debía integrar estos recursos a la industria puertorriqueña para crear las inversiones e innovaciones que necesitaba la Isla. Desde entonces se ha realizado varios esfuerzos para el desarrollo de la ciencia y tecnología, además de la investigación y el desarrollo. Con el propósito de buscar nuevas estrategias para el desarrollo, en el 1975, el gobernador Rafael Hernández Colón, organizó el llamado Comité Interagencial, el cual tuvo la encomienda de preparar un informe sobre la estrategia de desarrollo económico para Puerto Rico. El Comité presentó recomendaciones encaminadas a la creación de nuevas actividades. Se incluyó establecer un centro de ciencia y tecnología en el que los sectores de gobierno, industria y academia se unían para atraer a la Isla laboratorios de investigación y científicos que produjeran el mejoramiento de productos y servicios (Echenique y otros, 1975, p. 38).

La primera iniciativa relevante impulsada por el gobierno, tras la creación en 1987 en PRIDCO de la Oficina de Ciencia y Tecnología, con el propósito de establecer el marco legal que regulara los esfuerzos de ciencia y tecnología se encuentra en la creación de la Corporación para la Transformación Tecnológica (CTT) por iniciativa de la Ley 1576 de 1988. De forma simultánea se va a crear, también, la Corporación para el Desarrollo de Recursos Tropicales (TROPICO).²¹¹

²¹⁰ Informe Dr. J.C. Warner y otros. p. 67. Recuperado en:

http://books.google.com.pr/books?id=NWYrAAAAYAAJ&pg=PR5&lpg=PR5&dq=science+and+technology+in+support+of+Puerto+Rico+economic+development&source=bl&ots=O1PmCtYjKM&sig=7xicWyL00AIkT6ekcrk2jBu_pFc&hl=en&sa=X&ei=jjA7UqeuAoPo8gTp4IDYDQ&redir_esc=y#v=onepage&q=science%20and%20technology%20in%20support%20of%20Puerto%20Rico%20economic%20development&f=false.

²¹¹ Mensaje del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Honorable Rafael Hernández Colón. Ceremonia de la firma del Proyecto del Senado número 1576, del 29 de julio de 1988. Recuperado en: www.rafaelhernandezcolon.org/MENSAJESTOMOS/1988_1/DOC031710%20Wed%20Mar%2017%202010%2016-18-54.578.pdf

La CTT tenía como responsabilidad la transferencia y adaptación de tecnologías entre las empresas y los centros de operación en la Isla. Por su parte TROPICO se enfocaría en el desarrollo de la biotecnología en la agricultura, recursos marinos, medicina tropical y las fuentes de recursos renovables.²¹² Otro hito a destacar será la inclusión, en 1990, de Puerto Rico en el programa *Experimental Program to Stimulate Competitive Research* (EPSCoR).²¹³ Este programa consiste en una alianza entre el gobierno de Estados Unidos y los estados con el propósito de ampliar la investigación en las áreas de ingeniería, educación para aquellos estados que reciben pequeñas cantidades de fondos federales para investigación y desarrollo, a través de centros de investigación universitarios. Hay que señalar que se va a tratar de un programa que si bien debemos reconocer que no tuvo mayor trascendencia práctica va a servir para tomar conciencia en la Isla de la importancia de trabajar en el área de la ciencia y la tecnología. En el marco del programa podríamos destacar algunas actuaciones como la llevada a cabo en septiembre del 2001 en conjunto con la *Puerto Rico's Science and Technology Alliance*, presentando una propuesta de política de ciencia y tecnología para el sector empresarial de Puerto Rico, durante la conferencia anual en San Juan.²¹⁴ Por otro lado, EPSCoR presenta como loras distintas iniciativas como: el *Institute for Funtional Nanomaterials* (IFN) sobre la creación de nuevos materiales para diversos usos; el *Puerto Rico Space Grant Consortium* (PRSGC) sobre oportunidades para investigaciones para educadores y estudiantes en proyectos futuros de la NASA; el *Puerto Rico NASA EPSCoR*, sobre investigación de fuentes de energía para periodos prolongados.²¹⁵

Posteriormente, como resultado del Plan de Reorganización número 4 de 1994 del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio, y mediante orden ejecutiva, la Oficina de Ciencia y Tecnología se establece bajo la sobrilla del departamento. La Oficina de Ciencia y Tecnología tenía la responsabilidad de dirigir los esfuerzos de la nueva política y el plan estratégico.

²¹² Mensaje del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Honorable Rafael Hernández Colón. Ceremonia de la firma del Proyecto del Senado número 1576, del 29 de julio de 1988. p. 5

Recuperado en:

www.rafaelhernandezcolon.org/MENSAJESTOMOS/1988_1/DOC031710%20Wed%20Mar%2017%202010%2016-18-54.578.pdf Ibid.

²¹³ Recuperado en: www.epscor.upr.edu/about

²¹⁴ Recuperado en: www.epscor.upr.edu/plan

²¹⁵ Recuperado en: www.epscor.upr.edu/projects

En octubre de 1996 un comité de especialistas en tecnología presentó, al gobernador Dr. Pedro Roselló González, un documento que posteriormente se convirtió en la Política Pública de Ciencia y Tecnología de la Isla. La política tenía el propósito de alcanzar una transformación económica basada en una mano de obra diestra en la que el valor añadido y el factor competitivo fuera el conocimiento competitivo. La política estableció; “El gobierno de Puerto Rico está comprometido a desarrollar la capacidad de Puerto Rico a innovar y entender, producir y hacer trabajar el desarrollo en ciencia y tecnología para alcanzar su desarrollo económico y bienestar social. Existe en la actualidad sustancial actividad en el campo de ciencia y tecnología y por esta razón esta política ayudará a enfocar esos esfuerzos en el desarrollo económico que perseguimos”.²¹⁶ La política propuesta perseguía seis principales objetivos:

- establecer y fortalecer la infraestructura en ciencia y tecnología.
- mejorar las capacidades de las empresas de negocios en desarrollar, adoptar y adaptar nueva tecnología.
- fortalecer las capacidades tecnológicas y entender el rol de la ciencia y la tecnología.
- fortalecer y continuar desarrollando la comunidad científica.
- integrar las actividades de ciencia y tecnología con el desarrollo económico y capacidades competitivas.
- establecer una relación de trabajo con el Comité de Sistema de Información del Gobernador, en la planificación e implementación del sistema de información tecnológico en el gobierno resultado del proceso de investigación y desarrollo.²¹⁷

El Plan presentaba no sólo intenciones, sino objetivos como el de aumentar la relación de los Gastos de I+D sobre el PIB hasta el 1%. La política, además pretendía ampliar la diseminación de la estrategia a través de las alianzas entre el gobierno, el sector privado y la academia. De esta forma la creación de la política de ciencia y tecnología crearía los vínculos para que la actividad de I+D y la academia no se produjeran en el

²¹⁶ Documento, *Technology Entrepreneurs of Puerto Rico*, Programa Innovacon 2000. San Juan: febrero 22-25. p. 18.

²¹⁷ Documento, *Technology Entrepreneurs of Puerto Rico*, Programa Innovacon 2000. San Juan: febrero 22-25. p. 20.

vacío y se lograra el desarrollo económico y la competitividad que aspiraba la Isla. Había un planteamiento que contemplaba las actuaciones tecnológicas desde un punto de vista sistémico. El gobierno se comprometía a ser el facilitador del desarrollo en ciencia y tecnología a través de la infraestructura.

En un esfuerzo adicional por impulsar la colaboración entre sectores para impulsar un desarrollo económico, se crea *Industry and University Research Consortium* (INDUNIV). Esta entidad es una organización sin fines de lucro, formada en el 1984, como un modelo de colaboración único en el momento que entre la industria, la academia, inicialmente representada por la UPR y el gobierno representado por PRIDCO, con el propósito de adelantar el desarrollo de Puerto Rico en la economía del conocimiento. Su función se ha concentrado en promover las iniciativas generadas por el gobierno de la Isla, para vincular los esfuerzos académicos de investigación con los sectores industriales principalmente las empresas farmacéuticas. Lleva a cabo su trabajo a través de un comité y cinco clusters que son: Comité de Infraestructura educativa; I+D; Concilio de cuidado a la salud; Ecosistema de negocios; Alianza de bio ciencia y “cluster” de fármacos. La visión de INDUNIV es: “Puerto Rico es una localización preferida para las nuevas oportunidades de negocio a través de la creación de conocimiento en las farmacéuticas, biotecnología, aparatos médicos, cuidado de la salud e industrias relacionadas”. La misión es: “Promover y catalizar la colaboración efectiva entre la industria, academia y el gobierno para estimular el conocimiento basado en las capacidades que apoyen las necesidades de los miembros. Desarrollar las estrategias necesarias y los planes de acción que promuevan innovación, ayudando a resolver los problemas científicos y técnicos de los intereses de la industria y posicionar a Puerto Rico como el lugar de las mejores prácticas para la industria de las ciencias vivas”.²¹⁸ Para llevar a cabo el trabajo crearon un mapa de tres fases de ruta estratégica:

- La fase uno, fortalece sus fundamentos.
- La fase dos, innovación y competitividad.
- La fase tres, creación de un centro de innovación global.

²¹⁸ INDUNIV *Annual Report 2011*, p. 1

INDUNIV, ha desarrollado una dirección estratégica con el propósito de medir los avances de su plan. El elemento principal incluye: La combinación de líderes de la industria, academia y el gobierno para interactuar y participar en el desarrollo de iniciativas de innovación, apoyo a nuevos proyectos, y diseñar y crear el ecosistema de la Ciencias Vivas de Puerto Rico. Se pretende que a través de INDUNIV (2011) se tengan las competencias, se innove, se colabore a través de compartir conocimiento, se cree valor, que resulte en beneficio del desarrollo económico de Puerto Rico.

Se trata de una institución que viene desplegando una amplia actividad en el terreno tecnológico. Un ejemplo nos lo proporciona el informe anual de sus actividades correspondiente a 2011:

- I. Creación de redes y compartir conocimiento
 - a. Participación activa en el Concilio BIO a través del representante en la Asociación de Estados de Biociencia.
 - b. Promoción de medios en la plataforma Interphex.
 - c. Continuar siendo parte de la Junta de Política de Crecimiento del Sureste de los Estados Unidos.
 - d. Participación activa en el día legislativo federal de BIO en Washington.
 - e. Colaboración y participación en la convención de Gerentes Generales de la Asociación de la Industria Farmacéutica.
 - f. Coordinar la Cumbre PAT y los foros trimestrales.
 - g. Participación semanal en Foro Empresarial de Casa Blanca.

- II. Transformación cultural y de comunicación
 - a. Participación durante la visita del Presidente de los Estados Unidos, Barack Obama para el *Task Force* del Presidente en Puerto Rico.
 - b. Desarrollar y organizar el coloquio 2011 bajo el título; Trasladando el pensamiento creativo en beneficio del conocimiento y la economía de capital.
 - c. Co organizadores de la 2da Cumbre de Educación y Fuerza Laboral del Senado de Puerto Rico.

- d. En la semana de BIO Ciencia, organizaron el Primer seminario de comunicación y periodismo científico, dirigido hacia los estudiantes de comunicación en el área de la Ciencias Vivas.
 - e. Participación de la Juntas asesoras ABET, AABRE/STECC, MCRI y programas de certificación en biotecnología e ingeniería.
- III. Innovación y creación de conocimiento
- a. Conocimiento de la legislación Política Económica.
 - b. Recopilar y presentar datos sobre Puerto Rico a la *BIO International Organization*.
 - c. Apoyo a la información para la métrica del *World Economic Forum*.
 - d. Reuniones con las entidades de gobierno para las enmiendas a la Ley 73 de 28 de mayo de 2008 para la devolución de impuestos invertidos en I+D.
 - e. Creación de grupos de discusión en el BDTC y Complejo de sustentabilidad de Ciencia Molecular.
 - f. Colaborar en el desarrollo de la propuesta K-12 STEM.
- IV. Desarrollo de negocios
- a. Inclusión del proyecto *Biorefiner* en el informe de marzo del *Task Force* del Presidente de los Estados Unidos.
 - b. Una alianza con el Departamento de Comercio de los EE.UU. para contratos y *grants*.
 - c. Apoyo al lanzamiento de varias empresas por establecerse o ya establecidas en Puerto Rico.
 - d. Presentar nuevas oportunidades de inversión al Fideicomiso de Ciencia y Tecnología y al gobierno.²¹⁹

El listado nos muestra un conjunto variado de actuaciones pero que no nos permite confirmar la existencia de un planteamiento global y coherente para la política

²¹⁹ INDUNIV *Annual Report*, 2011, p. 4

tecnológica a la par que el volumen de fondos manejados no ha dejado de ser insuficiente para materializar unas acciones de política que puedan ser relevantes.

En un nuevo esfuerzo gubernamental por reforzar el aparato institucional de gobierno del sistema de Innovación y con el propósito de unificar y dar coherencia a las iniciativas de Ciencia y Tecnología, se crea el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico, con una función de desarrollar el ecosistema en el que participaran los innovadores, inversionistas y las empresas.

Con el propósito de impulsar esta iniciativa se crea la Ley, 214, el 18 de agosto de 2004, por la Asamblea Legislativa, para constituir el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico, por sus siglas en inglés (PRSTRT), con la función primordial de establecer la política pública y que su vez dirija los esfuerzos de investigación e innovación en las áreas de ciencias y tecnología en la Isla.²²⁰ El Fideicomiso es creado como una organización sin fines de lucro. La primera parte de la exposición de motivos de la Ley establece:

La política pública sobre el desarrollo económico de Puerto Rico exige reorientar nuestra economía con una visión de futuro y atemperarla a las tendencias económicas mundiales y a los adelantos en la ciencia, informática y tecnología. Como parte de dicha visión es importante proteger y apoyar los sectores tradicionales de la agricultura, la manufactura, el turismo, el servicio y el cooperativismo. Sin embargo, considerando la globalización de la economía, y la constitución de bloques económicos regionales, es esencial promover iniciativas de desarrollo económico modernas, que permitan diversificar nuestra economía y hacerla cada vez más competitiva.²²¹

El Fideicomiso tiene como función primordial de crear e implantar la política pública para la investigación y el crecimiento en la ciencia y la tecnología con el fin de desarrollar una economía basada en el conocimiento y conducente a la innovación. Entre otros objetivos la Ley encomienda al Fideicomiso a: 1) crear un plan estratégico para

²²⁰ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2004, Parte 1, 6ta. y 7ta. Sesiones Ordinarias y 7ta. Sesión Extraordinaria de la Decimocuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 4742.

²²¹ Cita de la Ley 214, p. 1481

facilitar la creación de las condiciones propicias al desarrollo científico y técnico en Puerto Rico; 2) establecer alianzas entre los sectores público y privado para promover y desarrollar la inversión en investigación en ciencia y tecnología; 3) ser agente que promueva la inversión y el financiamiento de actividades que fortalezcan la investigación en ciencia y tecnología, con la expectativa de impactar el desarrollo económico, social y educativo; 4) servir de agente entre el gobierno, la academia y la industria; 5) promover la transferencia de la tecnología y comercialización de las creaciones locales, ideas y productos; 6) financiar y ser auspiciador para crear las estrategias para traer a Puerto Rico investigadores de clase mundial, científicos individuales y entidades para que transformen a la Isla en la casa de los nuevos descubrimientos e iniciativas; y finalmente 7) fortalecer la capacidad de investigación en las instituciones educativas públicas y privadas.²²²

El Fideicomiso se crea como una entidad autónoma no gubernamental dirigida por una junta conocida como Consejo de Fiduciarios compuesta por once miembros. Los miembros de la junta la constituyen; seis fiduciarios provenientes de entidades no gubernamentales y son nombrados por seis años y hasta que sus sucesores sean nombrados. De los seis representantes del sector privado la Ley establece que tres deben ser o haber sido miembros de la comunidad académica,²²³ y los restantes tres provenientes del sector de alta tecnología. Completan la junta de fiduciarios cinco miembros ex–oficio gubernamentales nombrados mientras mantenga su puesto en el gobierno. Dos, de los seis miembros representando al sector privado, deben tener reconocimiento internacional en su campo y otros dos de los seis miembros deben contar con conocimiento general en ciencias biológicas, sector de la salud o información y tecnologías de la comunicación. La Ley 214 establece la composición de los miembros gubernamentales que constituyen el Consejo de Fiduciarios, incluye el Secretario del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio, al Presidente de la Universidad de Puerto Rico, el Presidente del Banco Gubernamental de Fomento, el Director Ejecutivo de la Compañía de Fomento Industrial (PRIDCO) y el Director Ejecutivo de la Oficina de Gerencia y Presupuesto. Los representantes del sector privado son nombrados mediante

²²² Ibid. p. 1491

²²³ La comunidad académica se refiere a profesores universitarios o investigadores.

votación de los miembros del Consejo. El presidente del Consejo de Fiduciarios será uno de los funcionarios públicos escogido entre los cinco y el vicepresidente será uno de los representantes del sector privado elegido entre los seis miembros de este sector.²²⁴

La financiación del Fideicomiso según lo dispone el Artículo 6 de la Ley, es proveniente de una asignación inicial especial del gobierno de cinco millones de dólares del Fondo de Mejoras Públicas del año fiscal 2004-2005. Además, contaría con el veinte por ciento del dinero depositado en el Fondo Especial para Desarrollo Económico. A partir del año fiscal 2005-2006, cada año recibirá una aportación de cinco millones de dólares provenientes de la recaudación de arbitrios del gobierno de los EE.UU., enviados al Gobierno de Puerto Rico. Además, la Ley expone que 120 días después del cierre de cada año fiscal, el Fideicomiso presentará un informe al Gobernador, así como a las secretarías de los Cuerpos Legislativos, incluyendo: 1) Detalles de las actividades del Fideicomiso del año anterior; 2) un estado financiero auditado; 3) relación detallada de los contratos y transacciones realizadas; 4) plan de trabajo para el año fiscal siguiente. Los servicios que brinda el Fideicomiso incluye: adiestramiento en la comercialización de las tecnologías; realizar planes de comercialización para negocios y tecnología; asistencia relacionada a patentes y propiedad intelectual; investigación de mercado y validaciones; realización de prototipos; apoyo para solicitar apoyo financiero para investigación y desarrollo disponible en programas *Small Business Innovation Research* (SBIR) y *Small Business Technology Transfer* (STTR) del gobierno de los Estados Unidos; administración tecnológica y apoyo en licenciamiento; Desarrollo de un lugar web profesional.²²⁵

En las facilidades principales que actualmente tiene el Fideicomiso, cuenta con lo que denominan un Centro de Innovación. El centro consiste de oficinas que sirven de incubadoras para innovar y sirven además como *Startups*.²²⁶

El quinto objetivo que establece la Ley que crea el Fideicomiso dice: “promover la transferencia de la tecnología y comercialización de las creaciones locales, ideas y productos”. Desde el establecimiento de la Ley 214 en el 2004, el informe anual incluye, también, las actividades que han sido dirigidas a ser el enlace entre inventores y

²²⁴ Cita de la Ley 214. Artículo 4 sección (a),(b),(e) y (f)

²²⁵ Recuperado en: <http://prsciencetrust.org/2013/services-2/types-of-services/>

²²⁶ Recuperado en: <http://prsciencetrust.org/2013/services-2/innovation-center/>

empresas. Una obligación interesante en cuanto que pone de manifiesto la importancia que se asigna a las relaciones de cooperación institucional.

Unos datos relevantes para el análisis del papel jugado por el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación en el desarrollo tecnológico de la Isla, serían los logros alcanzados con su actuación. A continuación se muestra el detalle de cinco años, por año fiscal de los logros que informa el Fideicomiso de Ciencia y Tecnología.

Actividades del Fideicomiso (PRSTRT) para el año fiscal 2008.

- 1) Transferencia de los 69,9 acres donados por el gobierno. Los terrenos eran utilizados como las facilidades de la penitenciaría estatal.
- 2) Se diseñó el plan maestro para el uso de los terrenos donados para las facilidades de la ciudad de las ciencias los que fueron realizados por arquitectos y otros consultores.
- 3) Se presenta a las entidades de gobierno como la Junta de Planificación las consultas de ubicación para obtener los permisos de reclasificación para el nuevo uso de los terrenos.
- 4) Reuniones con la comunidad vecina para dialogar sobre el proyectado plan de desarrollo
- 5) Recaudos de fondos privados por \$7,1 millones.
- 6) Implementación del plan de construcción que ayudará a comenzar los trabajos en 2 años.
- 7) Negociar los acuerdos de seguridad para los predios con la Policía de Puerto Rico y la Administración de Corrección.

Actividades del Fideicomiso (PRSTRT) para el año fiscal 2009.

- 1) Inauguración del Edificio del Centro de Investigación Comprensivo de Cáncer como parte de un acuerdo entre UPR Recinto de Ciencias Médicas y el MD Anderson Cáncer Center de la Universidad de Texas.

- 2) Construcción del Edificio de Ciencia Molecular de la UPR diseñado con 120,000 pies cuadrados para laboratorios de investigación en los que la academia y sectores industriales.
- 3) El Fideicomiso fue designado *Regional Branch Office (RBO)* de *European Federation of Biotechnology (EFB)* en las Américas, convirtiéndose en la segunda RBO fuera de Europa.
- 4) Educar y diseminar información sobre el Fideicomiso y los proyectos a la comunidad y promover a Puerto Rico como destino ideal para las ciencias e innovación. Realizó además reuniones con investigadores académicos, administradores y organizaciones del campo de la biotecnología tanto locales como de fuera de Puerto Rico, con el fin de recibir sugerencias y recomendaciones que ayude a fideicomiso a desarrollar la política pública de I+D para la Isla.
- 5) Participación en conjunto con la UPR Mayagüez y la Universidad de Perdue del *Bioengineering Symposium, "Science and Engineering for Economic Development"*.
- 6) Proveer asistencia financiera por \$442,446. al *Bio Process Development and Training Complex (BDTC)* para apoyar la primera etapa del proyecto de investigación en conjunto con CDI Laboratories y el Instituto de Ciencias Biomédica de la Universidad de John Hopkins.

Actividades del Fideicomiso (PRSTRT) para el año fiscal 2010.

- 1) Inauguración del Edificio del Centro de Investigación Comprensivo de Cáncer como parte de un acuerdo entre UPR Recinto de Ciencias Médicas y el MD Anderson Cáncer Center de la Universidad de Texas.
- 2) Construcción del Edificio de Ciencia Molecular de la UPR diseñado con 120,000 pies cuadrados para laboratorios de investigación en los que la academia y sectores industriales.
- 3) El Fideicomiso fue designado *Regional Branch Office (RBO)* de *European Federation of Biotechnology (EFB)* en las Américas, convirtiéndose en la segunda RBO fuera de Europa.

- 4) Educar y diseminar información sobre el Fideicomiso y los proyectos a la comunidad y promover a Puerto Rico como destino ideal para las ciencias e innovación. Realizó además reuniones con investigadores académicos, administradores y organizaciones del campo de la biotecnología tanto locales como de fuera de Puerto Rico, con el fin de recibir sugerencias y recomendaciones que ayude a fideicomiso a desarrollar la política pública de I+D para la Isla.
- 5) Participación en conjunto con la UPR Mayagüez y la Universidad de Perdue del *Bioengineering Symposium, "Science and Engineering for Economic Development"*.

Actividades del Fideicomiso (PRSTRT) para el año fiscal 2011.

- 1) Auspicio del *First Industry-Academia Symposium on Sustainable Energy* y el Primer Simposio de investigación para estudiantes de biología en la UPR Mayagüez.
- 2) Auspicio y producción del estudio de las mejores prácticas y las políticas de conflicto de interés en las oficinas universitarias de transferencia de tecnología.
- 3) Iniciar el desarrollo e implementación del Programa de Asistencia a las empresas con el propósito de asesorar a 100 empresas *start ups* y en etapas tempranas.
- 4) Proveer \$300,000 como fondo semilla a la empresa CDI Laboratories de biotecnología, ubicada en Mayagüez.
- 5) Auspicio al Grupo Guayacán en el *EnterPRize Business Plan Competition y el Puerto Rico Venture Forum Conference*.
- 6) Auspicio de *Start-up America Partnership Conference* y el Taller de dos días de trabajo del Grupo Guayacán conocido como el *University Based Technology Assessment and Comercialization*.
- 7) Auspicio de PRTEC e Instituto de la UPR Mayagüez conocido como Innovación Colegial: Del Laboratorio al Mercado.
- 8) Preparación del estudio *Brief of Model Organizations'Governance and State Innovation grants: Selected Models'*.
- 9) Apoyo a cuatro investigadores de la UPR Recinto de Ciencias Médicas y otros cuatro de universidades privadas.

- 10) Financiamiento del estudio realizado por el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico conocido como Índice de Economía del Conocimiento 2009.

Actividades del Fideicomiso (PRSTRT) para el año fiscal 2012.

- 1) Apoyo a las universidades y emprendedores tecnológicos, a través de programas de pareo de fondos con el *Small Business Innovation Research (SBIR)*.
- 2) Recibir 65 las solicitudes de exención contributiva para investigadores científicos bajo la Ley 101 del 2008 y la Ley 1 del 2011. De total se evaluaron y aprobaron 61, luego se sometieron al Secretario de Hacienda para la acción final.
- 3) Auspicio de \$50,000 al Colegio de Químicos de Puerto Rico para ser la sede del 43th *IUPAC World Chemistry Congress of 2011*.
- 4) Establecimiento del *Trust Technology Transfer Office*, para proveer información y de esta forma estimular la innovación y la I+D.
- 5) Otorgación a INTENOR de una subvención de \$50,000 para ayudar al desarrollo del programa de incubadoras.
- 6) Preparación del documento inicial sobre la Política de Ciencia, Tecnología e innovación, en el que se establecen 5 objetivos y sobre 100 recomendaciones de contenido de ciencia y tecnología.
- 7) Auspicio al Proyecto Innovación Colegial de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, conocido como Del Laboratorio al Mercado.
- 8) Otorgación de una subvención de \$35,000 a INDUNIV, con el propósito de completar la fase 1 del proyecto dirigido a diseñar y establecer el *Puerto Rico's Science & Technology Global Network & Knowledge Management System*.
- 9) Otorgar a INTECO una subvención de \$50,000 para apoyar el desarrollo del documento conceptual para la propuesta de plan de trabajo para el establecimiento del acelerador de tecnologías limpias.
- 10) Auspicio de la competencia *EnterPRize Business Plan Competition* con la participación de sobre 100 propuestas de negocios.
- 11) Concesión de \$50,000 para mejorar la página web Ciencia Puerto Rico que provee una red recursos para interesados en las ciencias y Puerto Rico.

12) Participación del Fideicomiso con exhibición en la Convención Internacional de Bio ciencia en Boston, Estados Unidos.

El listado nos recoge un amplio abanico de actividades pero en las que seguimos sin detectar una política tecnológica clara. De hecho, según el estado financiero auditado, al finalizar el año fiscal 2013 los activos netos del Fideicomiso ascienden a \$114,7 millones, de los cuales \$14,7 millones estarían disponibles para ser utilizados en la financiación de proyectos de I+D.²²⁷ Estas cifras evidencian que el Fideicomiso cuenta con recursos económicos para invertir en forma importante en proyectos de I+D en la Isla pero la ausencia de una política clara que tenga establecidos unos objetivos para la asignación de los recursos en las diferentes actividades de investigación hace que se acumule dinero sin un destino específico de gasto. Durante los años 2008-2012 la inversión del Fideicomiso dirigida a I+D propiamente dicha puede resumirse en el proyecto de proteínas desarrollado por *CDI Laboratories* en Mayagüez. Debe señalarse que las actividades que ha llevado a cabo el Fideicomiso a pesar de su presencia en la discusión política, han tenido poco impacto en avanzar la innovación en la Isla.

Al margen de las actuaciones de reordenación tecnológica más globales, el gobierno de la Isla ha puesto en marcha diferentes medidas encaminadas a mejorar el desempeño tecnológico. Así, otro esfuerzo por parte del sector público para incentivar el crecimiento de la investigación científica se materializa con la Ley 101 del 27 de junio de 2008, titulada Ley de Incentivo Contributivo a Investigadores Científicos.²²⁸ La exposición de motivos de la Ley expresa “Las tendencias de la economía claramente exponen al conocimiento como fundamento de desarrollo. Al enfrentar los nuevos retos de economías integradas y de la resaltada importancia que tiene el desarrollo de la investigación científica para avanzar dicha integración económica, resulta imperioso que Puerto Rico cree incentivos que promuevan la ejecución de investigaciones que generen avances en áreas científicas, especialmente en el área de la salud...”.²²⁹ La Ley exige, a los investigadores elegibles del pago de contribuciones por los salarios devengados hasta

²²⁷ Aquino, De Cordova, Alfaro & Co., *Independent Auditors Report; Statement of Accountants* Continúa
in Net Assets/Year ended June 30, 2013.

²²⁸ Ley 101. Recuperado en: <http://www.oslpr.org/2005-2008/leyes/pdf/ley-101-27-Jun-2008.pdf>

²²⁹ Ley 101. Recuperado en: <http://www.oslpr.org/2005-2008/leyes/pdf/ley-101-27-Jun-2008.pdf> p.1

\$195,000 anuales a los que lleven a cabo investigaciones y estudios en Puerto Rico, bajo el auspicio de una institución de educación superior pública o privada.²³⁰ En el 2011, y bajo la Ley número 1, del 31 de enero, se aprobó el “Código de Rentas Internas de Puerto Rico” el que permite una exención de los salarios hasta \$250,000 anuales devengados por los investigadores o científicos elegibles que sean contratados por una institución ubicada en el Distrito de las Ciencias, según definido por la Ley.²³¹

Otra actuación puntual de alcance se puso en marcha el 20 de octubre de 2011, con la Ley 208, por medio de la cual se crea el Distrito de Ciencias, Tecnología e Investigación de Puerto Rico.²³² La encomienda de la Ley otorga los poderes al Consejo de Fiduciarios del Fideicomiso para Ciencia y Tecnología, crear y desarrollar en el Distrito de las Ciencia, Tecnología e Investigación, la denominada “Ciudad de las Ciencias de Puerto Rico”. Además la Ley faculta al Consejo de fiduciarios al desarrollo de los terrenos del Distrito, sin la intervención de la burocracia gubernamental.

Este lugar a desarrollarse como “cluster” de investigación en la zona metropolitana de San Juan, pretende ser el catalítico que agrupe las áreas de: 1) ciencias de computadoras y tecnología de la información, 2) electrónica, aeroespacial y aeronáutica, 3) energía alternativa y sustentable, 4) ciencias vivas, alimentos, agricultura y ciencias ambientales, 5) nuevas tecnologías industriales. Al presente se ha desarrollado el plan maestro principalmente que incluye: 1) 9,290.3 metros cuadrados para laboratorios y espacio para incubadoras; 2) hotel y centro de conferencia; 3) espacio para oficinas y áreas comerciales, viviendas y escuelas.²³³ Habría que decir que a pesar de que todavía el proyecto está en sus inicios, la ausencia de resultados en el terreno del desarrollo tecnológico puede empezar a ser preocupante.

También se han desarrollado iniciativas en ámbitos no propiamente tecnológicos pero con consecuencias importantes para éstos. En 2003 tiene lugar la creación del Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, bajo la Ley Núm. 209 de 28 de agosto de 2003

²³⁰ Ibid. p.2

²³¹ Recuperado en: www.oslpr.org/2009-2012/leyes/pdf/ley-1-31-Ene-2011.pdf. sección 1031.02, subtítulo (27) p.89

²³² Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2011, Parte 2, 5ta. a 6ta. Sesiones Ordinarias y 2da. Sesión Extraordinaria de la Decimosexta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto del Senado 1839, p. 2284

²³³ Documento del Plan Maestro de desarrollo de Distrito de las Ciencias. Fuente: PRSTRT

con el propósito de: “promover cambios en los sistemas de recopilación y análisis de la información que se genera para que sean completos, confiables y de rápidos y de universal acceso; establecer los poderes y prerrogativas del Instituto; disponer lo relativo a su Junta de Directores, sus funciones y facultades; crear el Fondo Especial del Instituto de Estadísticas; establecer el Comité de Coordinación de Estadísticas; disponer sus funciones; imponer penalidades; y asignar fondos”(sic). Posteriormente las enmiendas a la ley como la Ley Núm. 170 de 27 de julio de 2004, Ley Núm. 217 de 9 de agosto de 2008, y Ley Núm. 279 de 15 de agosto de 2008, cuenta con la fuerza de ley para obtener datos de las entidades gubernamentales y de esta manera mantener datos confiables y continúa con el esfuerzo de capacitar a los recursos humanos en las entidades que respondan a la campaña del instituto de “lograr una cultura del dato para el País”.²³⁴ Una iniciativa muy importante en el terreno tecnológico, tan necesitado de estadísticas, y que ha contribuido a mejorar la disponibilidad de datos en el terreno de la ciencia y la tecnología.

Señalaremos, el esfuerzo del Fideicomiso, orientado a obtener información estadística en Puerto Rico, auspiciando el estudio Índice de Economía del Conocimiento 2009 elaborado por el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico (IEPR). Este estudio local se desarrolló por los investigadores Karen M. Flores, Mario Marazzi y Gabriel Olmo, utilizando una variedad de fuentes disponibles en Puerto Rico. Para llevar a cabo el estudio recopilaron información de 12 de las 103 variables que componen el *Knowledge Assessment Methodology* (KAM)²³⁵ que sirve de base para medir el Índice de la Economía del Conocimiento (IEC). La información del KAM es la utiliza el Banco Mundial (BM), cuando evalúa 146 economías del mundo y que al presente Puerto Rico no forma parte del estudio del BM. El resultado del estudio clasifica a la Isla en 7,05 en una escala del 0 al 10 lo que representa un aumento de 2,9 en relación al IEC de 2008 y ubica a Puerto Rico en la posición 41 de 135 economías. El informe nos aporta datos puntuales que nos resultan de interés por cuanto confirman los que hemos manejado en nuestra investigación. Así, el informe indica que el número de 27,4 patentes por año

²³⁴ Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, Informe de resultados año fiscal 2012-2013, Mensaje del Presidente. p. 1. Recuperado en: www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/

²³⁵ *Knowledge Assessment Methodology and Knowledge Economy Index, KAM 2009*, Recuperado en: www.worldbank.org/kam

experimentó un aumento de 5,4 en el periodo 2003-2007. Habla del importante peso de las exportaciones de manufactura de productos de tecnología avanzada, que se incrementa en 4,1 ubicando a Puerto Rico en la posición 19 de 132 economías.

B. Las Agencias Locales de fomento de la innovación.

A nivel local, en Puerto Rico se han realizado esfuerzos regionales para promover actividades de desarrollo socioeconómico. De los 78 municipios con los que cuenta la Isla, 69 se han agrupado en cinco alianzas que incluyen al gobierno (central) a través de PRIDCO y el municipal (local); la universidad; y la empresa.

Los organismos creados con el propósito de dirigir los esfuerzos regionales serían los siguientes:

1) Iniciativa Tecnológica del Norte (INTENOR), región compuesta por 16 municipios. Con su visión “INTENOR: será una región reconocida por su alto nivel de innovación, como ejemplo de transformación y de inserción en las corrientes globales que contribuye de manera importante a la capacidad competitiva de Puerto Rico y que genera condiciones de vida de excelencia para sus residentes”. Tiene la misión de “Gestionar, facilitar y promover el desarrollo de la actividad empresarial a la vez que se protegen los recursos y atractivos naturales mediante la aplicación de los principios de la sostenibilidad”.²³⁶ INTENOR, cuenta con la oficina principal ubicada en el Municipio de Barceloneta, por ser el municipio que dio inicio a este esfuerzo regional, provee un espacio para la incubación en conjunto con la Universidad del Este, centro universitario físicamente más cercano y varias empresas de la zona. La presidenta ejecutiva de INTENOR, Yanaira Vázquez, explicó que han establecido una Red Empresarial de Innovación (REDI) con aportaciones de la empresa privada con el propósito inicial de crear una incubación con capacidad de 33 espacios para nuevos proyectos de potenciales emprendedores.²³⁷

2) Iniciativa Tecnológica del Noreste (INTENE), creada en el 2006, está compuesta por 10 municipios de la región noreste de la Isla. La visión de es “INTENE

²³⁶ Recuperado en: www.intenor.org/?id=mision

²³⁷ Periódico *El Nuevo Día*, 3 de marzo de 2014. p. 45

será la región líder de desarrollo socioeconómico sostenible, tecnológico y turístico en Puerto Rico”; y tiene la misión de “Promover el desarrollo económico en la región Noreste de Puerto Rico, mediante alianzas estratégicas entre el gobierno, la academia y los sectores empresariales para impulsar la competitividad económica que requiere la nueva economía global”.²³⁸

3) Iniciativa Tecnológica Centro Oriental (INTECO), fundada en septiembre de 2003, compuesta por 10 municipios, con la visión de ser un “Modelo económico multisectorial reconocido mundialmente como instrumento de excelencia para la continua transformación socioeconómica de la región centro oriental de Puerto Rico, dirigida a lograr competitividad global a través de la innovación empresarial, y una óptima calidad de vida para todos sus integrantes”, y su misión es “promover el desarrollo económico de la región centro oriental mediante la comercialización de nuevas tecnologías y productos innovadores”.²³⁹ INTECO, cuenta con la oficina principal ubicada en el Municipio de Caguas, por ser el municipio que dio inicio a este esfuerzo regional, provee un espacio para la incubación en conjunto con la Universidad del Turabo, centro universitario físicamente más cercano y varias empresas de la zona. INTECO en los logros presentados en el informe de décimo aniversario expone los ocho proyectos que ha desarrollado lo que son: *Incubation and Innovation Center* (INOVA); Escuela especializada en ciencias, matemáticas y tecnología (CIMATEC); *Brad Band* (ACCESS); *Talent Driving Property* (WIRED); *Puerto Rico Energy Center* (PREC); Centro tecnológico (C3TEC); Transportación organizada para un desarrollo ordenado (TODOS); y Centro de innovación tecnológica (CIT). El informe indica que con una inversión en INOVA de \$3,1 millones y ha atraído \$21,67 millones a la iniciativa. Además INOVA ha creado 22 nuevas empresas con 161 empleados.²⁴⁰ En total las ocho iniciativas ha producido actividad económica para la región por valor de \$60,8 millones.²⁴¹

4) Desarrollo Integral del Sur (DISUR), compuesta por 16 municipios. La visión es: “Ser la entidad que transforma el Sur de Puerto Rico en una región autónoma, sustentable, altamente competitiva y próspera para beneficio de sus constituyentes”. La

²³⁸ Recuperado en: www.intenepr.org/

²³⁹ Recuperado en: www.intecopr.com/about/about.htm

²⁴⁰ INTECO, Métricas de Impacto en la Región 2003-2012

²⁴¹ Ibid. Valor de proyectos manejados/ gestados.

misión trazada es: “Modelo de organización de base amplia para la planificación regional y el desarrollo socioeconómico sustentable del Sur de Puerto Rico, mediante el alineamiento de sectores, la innovación, la creación y retención de empleos bien remunerados, y la comercialización mundial de productos y servicios competitivos”.²⁴² Cada alianza cuenta con autonomía para crear y desarrollar sus proyectos estratégicos.

5) El esfuerzo en la zona noroeste de la Isla bajo la enmienda del 2011 con la Ley 208 del 20 de octubre, que crea el distrito de las ciencias, se establece el *Puerto Rico Technoeconomic Corridor* (PRTEC).²⁴³ Esta es una entidad sin fines de lucro, diseñada bajo el modelo conceptual de participación del gobierno a través de la Compañía de Fomento Industrial (PRIDCO), la academia representada por las universidades en la zona oeste y el sector privado de la zona con el propósito de agilizar el desarrollo económico de la región occidental de la Isla. El enfoque de este esfuerzo es la innovación y alta tecnología; además de crear un ambiente de apoyo y espacio para los llamados “clusters”. Los municipios que componen la región de trabajo de PRTEC incluyen 17 municipios. Los servicios de apoyo que ofrece PRTEC incluyen emprender proyectos, desarrollo e incubación de negocios. Además, cuentan con facilidades físicas para el inicio de proyectos bajo el nombre de *Business Development & Incubation Support* (BDIS). Las iniciativas estratégicas de PRTEC incluye: programa de certificación de “clusters” de innovación; “clusters” de artefactos médicos y aeroespaciales; programas de micro empresas; y el parque de Guanajibo (GRIP).

Aunque Puerto Rico cuenta con la estructura dirigida al desarrollo de las ciencias y tecnologías, como el Fideicomiso y los esfuerzos de los consorcios regionales, ha sido insuficiente para lograr, al presente, un desarrollo económico en el que uno de sus pilares sea la innovación. La ausencia de unos objetivos comunes y una política gubernamental clara sobre el rumbo de desarrollo de País, no ha permitido articular un proyecto de innovación para la Isla. Una situación que limita las oportunidades para que estas instituciones en sus esfuerzos individuales, sean el instrumento que logre el desarrollo económico a través de la innovación y esta se convierta en punta de lanza para salir del estancamiento económico de la Isla.

²⁴² Recuperado en: www.disur.org/es/mision-vision-y-valores-de-disur-para-el-desarrollo-socioeconomico-del-sur-de-puerto-rico

²⁴³ Recuperado en: www.pртеonline.com/

En apartados anteriores hemos constatado las bajas cifras de la inversión en I+D que se lleva a cabo en Puerto Rico. Una inversión claramente inferior en relación a la que realizan el resto de los estados que conforman los Estados Unidos así como la de los países que forman parte de la OCDE.

La gran mayoría de los fondos proviene de asignaciones otorgadas por el gobierno de los Estados Unidos mientras el resto de las instituciones: gobierno local, la universidad y el sector empresarial, mantienen unas cifras incompatibles con las propias de un País que aspira a estar situado entre los países desarrollados. Una carencia de fondos que se ve agravada por la disminución que está experimentando desde 2011, la aportación del gobierno de Puerto Rico a la I+D. Esta disminución en las aportaciones del gobierno guarda relación con la reducción y ajustes al presupuesto nacional, que ha llevado a cabo el gobierno como consecuencia de la limitación en la actividad económica del País y como resultado de la reducción en los recaudos gubernamentales.

La combinación tanto de esta ausencia de política científico-técnica que haya articulado el sistema de innovación de Puerto Rico como de la disminución de los gastos en I+D del gobierno de la Isla está impidiendo el comportamiento tecnológico rentable de los agentes. Así, las empresas invierten poco porque el sistema no posibilita que haya proyectos de innovación rentables. Un círculo vicioso que es preciso romper cuanto antes.

3.3. LA EFICIENCIA DE LA INNOVACIÓN EN PUERTO RICO

No resulta sencillo medir la eficiencia de un Sistema de Innovación porque no lo es medir los resultados de las distintas actuaciones tecnológicas. La literatura económica ha trabajado tratando de buscar soluciones y habría que decir que sólo lo ha conseguido de manera parcial. En materia de indicadores habría que destacar los esfuerzos llevados a cabo por la OCDE que nos ofrece un abanico de indicadores que, al margen de que pueda criticarse su virtualidad, lo cierto es que constituyen la herramienta más poderosa cuando se trata de medir variables tecnológicas.²⁴⁴

²⁴⁴ Destacamos los siguientes textos: OCDE (2003). Manual de Frascati 2002. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. OCDE/FECYT. Paris. OCDE/Eurostat (2005).

3.3.1. Los indicadores de eficiencia.

A la hora de medir los resultados de la actividad científico-técnica la literatura nos ofrece distintas posibilidades en función del output que se trate de evaluar. Siguiendo las recomendaciones de la OCDE destacamos:

Las Bases Bibliométricas

Miden los resultados de las actividades de investigación científica que se desarrollan, preferentemente, en las instituciones académicas y que se materializan en nuevas publicaciones (libros, artículos de revista, documentos de trabajo, entre otros). Una parte importante de los resultados de la investigación académica se materializa en artículos, libros, y otros, que se publicarán en diferentes medios. Si somos capaces de medir la calidad y cantidad de las publicaciones realizadas por los científicos de un país seremos capaces de medir el grado de éxito que consiguen con sus actividades investigadoras. Las bases bibliométricas, además de medir la cantidad de publicaciones conceden atención preferente a la calidad de las mismas elaborados listas de publicaciones, fundamentalmente revistas, que estarán clasificadas en distintos grupos atendiendo a su calidad científica.

Para analizar la validez de los resultados obtenidos con estos indicadores conviene tener en cuenta algunas matizaciones:

- La primera nos indicaría que son útiles para medir la investigación de carácter público pero no tanto para la que se realice en el ámbito privado por cuanto las empresas van a estar interesadas, con carácter general, en reforzar su posición competitiva ocultando los resultados de su investigación.

Manual de Oslo (3ª edición). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. OCDE/Tragsa. Madrid.; OCDE (1994). *The measurement of scientific and technological activities: using patent data as science and technology indicators. Patent Manual*. OCDE/GD, 14. Paris.

-Por otro lado, en la medida en que la literatura en lengua inglesa capitaliza una parte muy importante de la actividad científica, se ha producido una hegemonía significativa en el uso de indicadores de calidad que tienen en cuenta las publicaciones en lengua inglesa lo cual tiende a penalizar aquellas publicaciones realizadas en lenguas no inglesa. Es por ello que además de utilizar las bases bibliométricas internacionales a efectos comparativos, toda economía debe estar interesada en construir sus propias bases bibliométricas, que atenderán a sus propias especificidades, con objeto de conseguir una evaluación más eficiente de su aparato científico (Bilbao, Camino, y Ullibarri, 2009).²⁴⁵

A partir de las bases bibliométricas, podremos medir los resultados de las actividades científicas llevadas a cabo en un País, con indicadores interesantes como:

- Indicadores del potencial del País en cada ámbito de la ciencia: distribución porcentual de las publicaciones por campos científicos.
- Indicador de la productividad de sus científicos: calculado como el número de publicaciones por cada 1,000 investigadores.

Las Bases de patentes

Las patentes son derechos de propiedad intelectual y de explotación que concede el estado a los inventores, fundamentalmente empresas, durante un periodo de tiempo. La concesión de una patente supone la certificación de que el solicitante ha desarrollado una novedad técnica susceptible de constituir una novedad comercial. Son una valiosa fuente de información sobre el desarrollo tecnológico generado por las empresas o centros de investigación aplicada.

A partir de las estadísticas de patentes podremos elaborar una serie de indicadores reveladores de la actividad tecnológica en aquellos agentes que realizan una investigación de carácter aplicado. Podemos destacar los siguientes:

²⁴⁵ Entre las bases de datos más completas y utilizadas para la construcción de estos indicadores podemos destacar, en el ámbito internacional, las que elabora el *Institute for Scientific Information* de Filadelfia, del que destacamos el *Science Citation Index* o el *Social Science Citation Index*.

Cierto que se trata de los indicadores más eficientes y utilizados para medir las capacidades innovativas de las empresas, pero hay que señalar que su utilización no está exenta de dificultades interpretativas. Las comparaciones internacionales se pueden complicar si tenemos en cuenta: que las condiciones legales y jurídicas referentes a la aplicación y protección de las patentes varían mucho de un país a otro; que las diferencias de calidad entre ellas pueden ser notables; que el éxito tecnológico no tiene por que coincidir con el económico; que habrá muchas patentes que no se materialicen en nuevos productos y procesos; que una parte importante de la actividad inventiva no se va a reflejar en patentes entre otros.

En todo caso las patentes van a constituir un buen indicador para nosotros en cuanto que se trata de unas estadísticas que sí vamos a tener disponibles.

La Balanza de pagos tecnológica

Es el documento que recoge el conjunto de las transacciones intangibles de conocimiento técnico y de servicios con contenido tecnológico entre participantes de diferentes Países. Incluimos patentes, licencias, *know how*, modelos y diseños, marcas de fábrica, servicios técnicos y financiación de la I+D fuera del territorio nacional. La Balanza de Pagos Tecnológica representa única fuente de información fundamental para medir las transacciones internacionales de tecnología. Si bien hay que decir que se trata de datos de muy difícil estimación por cuanto muchas de las transacciones son realizadas por empresas multinacionales entre empresas matrices y filiales que aunque se declaren como tales, no tienen realmente carácter tecnológico. Habrá flujos de transferencia tecnológica que, por razones estratégicas, no se van a registrar como tales. Según la Junta de Planificación de Puerto Rico, entidad responsable de llevar las cuentas nacionales, estos datos que componen la balanza de pagos no se recogen o llevan las cuentas sobre las mismas.

El contenido tecnológico de los flujos de comercio exterior.

Un indicador de especial relevancia para nosotros por cuanto se construye en base a datos que van a resultar de disposición relativamente sencilla. El análisis del contenido tecnológico de los flujos de comercio exterior de un país constituye una interesante fuente de información para la medición de los resultados de sus actividades tecnológicas. Los indicadores que se manejan en este ámbito se van a dedicar, fundamentalmente, a comparar comportamientos de exportación e importación en los distintos epígrafes de comercio, de forma que un saldo positivo en los campos de producto de mayor contenido tecnológico nos estará indicando que el País tiene ventajas comparativas en este tipo de sectores, reflejo del éxito en sus actividades de innovación, en los que, por otra parte, va a estar interesado en participar por cuanto van a ser los de mayor valor añadido.

No obstante, conviene tener presente, también, las deficiencias interpretativas que ofrecen estos indicadores a la luz de algunas limitaciones que les afectan. Destacamos, en primer término, la dificultad para clasificar los sectores en función de su intensidad tecnológica (la referencia en este aspecto vuelve a ser la OCDE, cuyas propuestas de clasificación de la actividad en sectores de alta, media y baja tecnología son las más utilizadas habitualmente) como consecuencia de la heterogeneidad tecnológica que descubrimos no sólo en el interior de los sectores sino, también, en cada campo de producto y, en segundo término, como consecuencia del protagonismo de las empresas multinacionales en los flujos de comercio que pueden estar impulsando la exportación de productos de alta tecnología sin que sea reflejo del potencial tecnológico del País, sino que responda a una localización productiva que aprovecha, por ejemplo, costes laborales más favorables (Bilbao, Camino y Ullibarri, 2009, p. 22). Un matiz de enorme importancia para nosotros si tenemos en cuenta la estructura exportadora que presenta nuestra economía.

3.3.2. Los resultados de las actividades tecnológicas en la Isla.

Tras el repaso de los distintos indicadores que nos propone la literatura económica para medir las actividades tecnológicas, vamos aplicarlos a la realidad que nos ofrece la Isla en este terreno. Destacamos que la escasez de estadísticas disponibles va a limitar notablemente la consecución de datos en esta materia, pero hay que señalar que los que

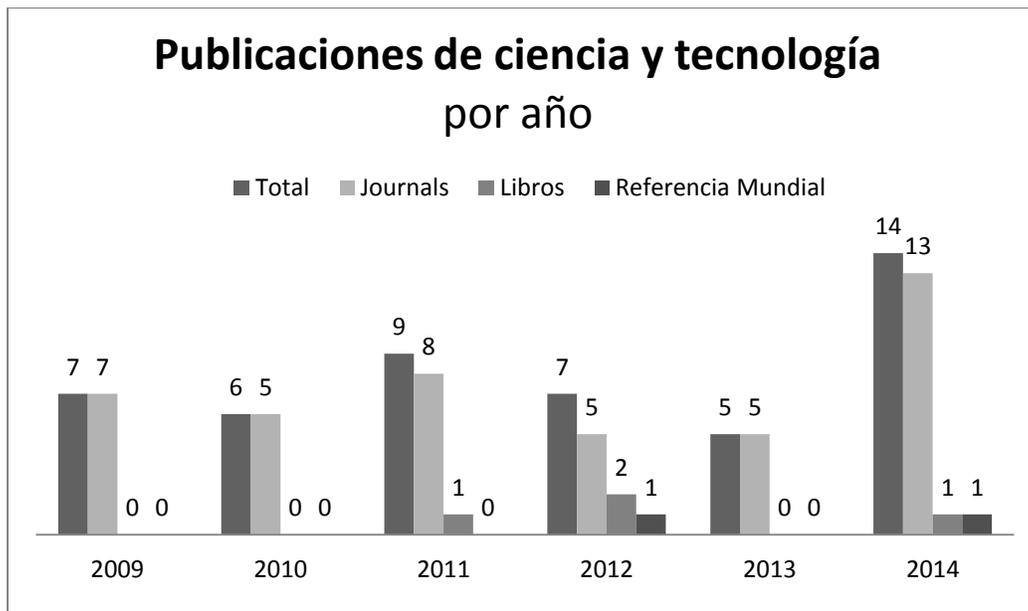
hemos conseguido nos van a permitir ser contundentes con nuestros juicios a la hora de juzgar la situación de la Isla en esta materia.

3.3.2.1. Las bases bibliométricas.

Según la base de datos *Science Direct* sobre las publicaciones científicas en *Journals* indexadas en los EE.UU. el área de ciencias, muestra las desarrolladas por investigadores en las universidades y centros de investigación básica en la Isla y que fueron identificados por este investigador. Los resultados se presentan en la gráfica 13.

Gráfica 13.

Publicaciones científicas en *Journals* indexadas en los EE.UU. el área de ciencias



Nota: Referencia mundial se refiere a citas por otros investigadores y se registran.

Fuente: *Science Direct, Science, Technology & Innovation in Puerto Rico*. Recuperado en: www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&Method=list&_ArticleListID

Las cifras de publicaciones científicas en la Isla nos muestran unos resultados enormemente bajos. Observamos una mejoría en el 2014, que puede ser reflejo del esfuerzo que se está haciendo desde las universidades para impulsar la investigación científica, pero hay que decir que el valor de los datos nos reflejan un potencial científico

muy bajo. Unas cifras que en todo caso contrastan con la existencia de un volumen relativamente significativo de personas dedicadas a la actividad científica.

El IEPR en la Encuesta de Ciencia y Tecnología (2014) para el 2012 identifica que en Puerto Rico, 1,302 personas por cada millón de habitantes se dedicaban a la investigación y desarrollo.²⁴⁶ Añade la encuesta que según los datos de la UNESCO que con esta cifra la Isla se mantiene más investigadores que otros países caribeños como Cuba que tiene 1,224 y Trinidad y Tobago cuenta con 1,017.²⁴⁷ Ciertamente la situación es, de acuerdo con la UNESCO, peor que en países de desarrollo medio como Portugal, que cuenta con 10,188 o España que cuenta con 7,800 investigadores por millón de habitantes en datos del 2011. Estos datos muestran que en la Isla, aunque se cuenta con personas preparadas en las áreas de ciencia y tecnología, los resultados que se obtiene de su trabajo, medido en términos de publicaciones, es muy bajo.

Además hay que reflejar los malos resultados, que incluso el número de personas dedicadas a la investigación a nivel universitario es mayor con 2,300 personas, que el que trabaja en la empresa privada que es 2,250.²⁴⁸ Ciertamente, también, que si atendemos a los datos que nos proporciona la encuesta de sobre Ciencia y Tecnología 2012-13, en la que señala que en sector público el número de investigadores con Ph.D. es de 30 y que en el campo de la medicina habría otros 30 con doctorado en medicina.²⁴⁹ Si las estadísticas nos identifican un relativo alto número de personas dedicadas a la investigación, el número de estas con alta cualificación es muy limitado, razón que nos puede estar explicando el bajo grado en los resultados obtenidos.

3.3.2.2. Las Patentes

El registro de patentes es, como hemos indicado, un referente (*output*) principal en la economía del conocimiento y es una variable importante porque muestra el nivel de I+D como parte del desarrollo económico de un País. En los Estados Unidos como parte de la política pública en relación a la protección de los derechos de autor y de las

²⁴⁶ Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, Encuesta sobre Ciencia y Tecnología 2012-13 I+D, Tabla 3.1

²⁴⁷ Ibid.

²⁴⁸ Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, Encuesta sobre Ciencia y Tecnología 2012-13 I+D. Incluye investigadores y personal de apoyo, Tabla 3.3

²⁴⁹ Ibid. Tabla 3.5

investigaciones que se llevan a cabo en las universidades, se establece la Ley *Bayh-Dole Patent and Trademark Amendments Act* de 1980.²⁵⁰ La Ley *Bayh-Dole*, menciona en su objetivo: “...to encourage maximum participation of small business firms in federally supported research and development efforts; to promote collaboration between commercial concerns and nonprofit organizations, including universities....”. La Ley permitió a los investigadores que cuentan con financiamiento del gobierno, presentar sus patentes y obtener las licencias de sus investigaciones (Mowery y Sampat, 2005, p. 228).

Esta Ley aunque se orienta a cualquier institución que reciba fondos del gobierno de los EE.UU., los investigadores de las universidades, pueden beneficiarse con mayor oportunidad.

En Puerto Rico, la primera ley para proteger los derechos de patentes e invención fue la Ley 35 del 20 de marzo de 1951.²⁵¹ Esta Ley se establece: “...para crear un fondo especial en la tesorería de Puerto Rico que se denomina Fondo Especial para el fomento de investigaciones científicas y técnicas en Puerto Rico...”.²⁵² La Ley provee el procedimiento para el apoyo por parte del Comité para el fomento, de las investigaciones científicas y técnicas en Puerto Rico en el proceso para registrar el invento o descubrimiento ante la Oficina de Patentes de Washington. El Artículo 7 indica que el Comité aprobará el pago de gastos por parte del gobierno de hasta \$3,000.²⁵³ En el 2004 se aprueba una enmienda de la Ley 35, con la Ley 436, del 22 de septiembre, conocida como la Ley de las Patentes de Invención y Registro.²⁵⁴ Esta Ley dice, en la exposición de motivos: “...para actualizar la legislación a las exigencias de la época presente, de forma tal que dicha Ley sea más práctica y responsiva a las exigencias presentes del Programa de Patentes...”. La Ley 436 presenta enmiendas en el Artículo 2 cambiando el nombre del comité anterior a Comité para el Fomento de las Patentes de Invención y Registro de Descubrimientos en Puerto Rico. La nueva Ley, además, establece en el Artículo 4 el procedimiento por si la invención participa del Programa para el Fomento

²⁵⁰ *United States Code Services, Title 35, Part II, Chapter 18.*

²⁵¹ Leyes de Puerto Rico 1951, Leyes de la Tercera Legislatura Ordinaria de la Decimoséptima Asamblea Legislativa de Puerto Rico, Ley 35. p. 85

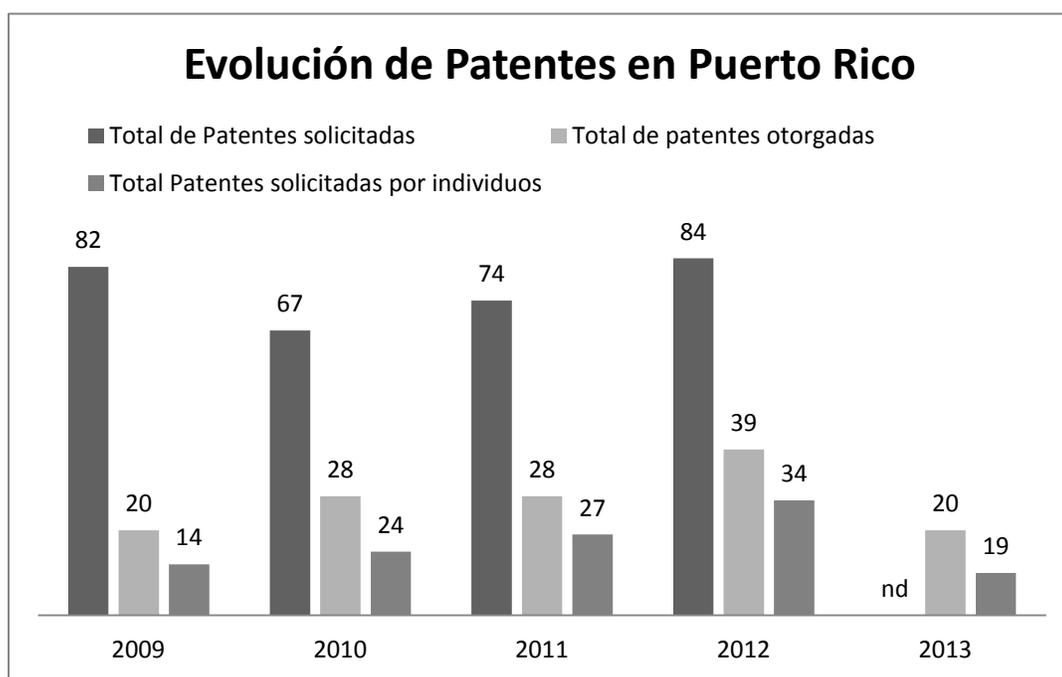
²⁵² *Ibid.*

²⁵³ *Ibid.* p. 87

²⁵⁴ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2004, Parte 1, 6ta. y 7ma. Sesiones Ordinarias y 7ma. Sesión Extraordinaria de la Decimocuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto del Senado 2642, p.2953

de las Patentes, y la enmienda añade: “...la Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico pagará todos los gastos necesarios para tratar de lograr una patente para el invento...”.²⁵⁵ La Ley establece en el Artículo 7 un máximo de \$8,000 para gastos, para ser utilizado en cada invento o descubrimiento calificado. En casos excepcionales el Comité de Patentes puede aprobar para gastos relacionados la patente, hasta \$12,000, para gastos relacionados con la patente.²⁵⁶ Las personas u organizaciones que tengan una innovación para patentarlas, tienen el apoyo gubernamental a través de fondos, además de asesoría para este proceso. La gráfica 14, nos muestra la relación de las patentes inscritas desde Puerto Rico y muestra el registro de las mismas por año fiscal.

Gráfica 14.
Patentes solicitadas y otorgada con origen en Puerto Rico, por año.



Fuente: *United States Patent and Trademark Office (USPTO)*

²⁵⁵ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2004, Parte 1, 6ta. y 7ma. Sesiones Ordinarias y 7ma. Sesión Extraordinaria de la Decimocuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto del Senado 2642, p.2953. Ley 436. p. 2956

²⁵⁶ Leyes y Resoluciones de Puerto Rico 2004, Parte 1, 6ta. y 7ma. Sesiones Ordinarias y 7ma. Sesión Extraordinaria de la Decimocuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto del Senado 2642, p.2953. Ley 436. p. 2958.

Relacionado al número de patentes otorgadas en el 2013, nueve fueron clasificados por la USPTO según las tecnologías.²⁵⁷ La tabla 27, muestra las patentes otorgadas por año y por producto utilizando los códigos NAICS y NACE.

Tabla 27.
Patentes otorgadas y clasificadas por código de producto por año

Código NAICS	Código NACE	Título	2008	2009	2010	2011	2012	Total Producto
311	C10	Alimentos	0	1	0	0	0	1
313-316	C14.1	Textiles, Ropa	0	0	1	0	0	1
321	C16.2.4	Productos en madera	0	2	2	0	1	5
3251	C20.1	Químicos básicos	1	1	0	1	2	5
3252	C20.1.7	Resina, goma sintética y fibra artificial y sintética	1	0	0	0	0	1
3254	C21.2	Fármacos y medicinas	1	0	3	1	2	7
3253-3259	C20.5.9	Preparación de otros productos químicos	1	1	1	1	1	5
326	C22	Productos de plástico y caucho	1	2	3	0	6	12
327	C23	Productos minerales no metálicos	0	2	1	0	4	7
331	C24	Metales primarios	0	0	1	0	0	1
332	C25	Productos fabricados en metal	1	2	3	0	8	14
333	C25.6.2	Maquinaria	3	3	2	5	8	14
3341	C26.2	Computadoras y equipo periferal	0	1	3	5	4	13
3342	C26.3	Equipo de comunicación	2	1	0	1	1	5
3344	C27.1.2	Semiconductores y otros componentes electrónicos	1	1	0	3	0	5
3345	C26.5.1	Instrumentos de control de navegación, medidas y electromédicos	4	1	1	5	3	14
335	C27.5.1	Equipo eléctrico, enseres y componentes	4	1	1	5	3	14
3361-3363	C29.3	Vehículos de motor, arrastres y partes	0	0	0	0	1	1
3364	C30.3	Productos y partes aeroespaciales	0	1	0	0	0	1
3365-3369	C30.9.9	Otros equipos de transportación	0	0	0	0	1	1
337	C31.0	Muebles y productos relacionados	0	0	0	0	1	1
3391	C32.5	Equipo médico y suplidos	1	1	3	6	5	16
339	C32.9.9	Otras manufacturas misceláneas	2	1	6	4	2	15
Total			14	14	24	27	34	113

Fuente: 1) *U.S. Patent and Trademark Office, Patent Technology Monitoring Team; Patenting by Geographic Region (State and Country) Breakout by NAICS Industry Classification, Whole Counts*. Recuperado en: www.uspto.gov/web/office/ac/ido/oeip/taf/naics/stc_naics_wg5/pr_stc_naicswg.htm
2) *List of NACE Codes 10-03-25, European Commission*. Recuperado en: ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html

²⁵⁷ *U.S.P.T.O. State and Country Technology Emphasis Report*. Recuperado en: www.uspto.gov/web/offices/ac/oeip/taf/al_corp/pr_aistc_c.htm

Hasta el 2012 los sectores en la Isla que presentan productos con mayor número de patentes relacionadas a la clasificación de alta tecnología e incluye; fármacos y medicinas; computadoras y equipo periferal; equipo eléctrico, enseres y componentes; instrumentos de control y navegación; e instrumentos de equipo médico y suplido.²⁵⁸ En el sector de media alta tecnología las empresas en la Isla patentaron productos de maquinaria y el sector de baja tecnología presentó patentes en los productos de metales comunes, además de productos de plástico y caucho.²⁵⁹ Las áreas con mayor número de patentes, guarda relación con los productos de alta tecnología con mayor exportación de la Isla. Los sectores que presentan el mayor número de patentes en tecnología de Puerto Rico, son clasificados por la Nomenclatura de Actividades Económicas de la Comunidad Europea (NACE) como los sectores manufactureros de tecnología punta con el código 21 fabricación de productos farmacéuticos y el código 26 y 27 de fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos.

3.3.2.3. El contenido tecnológico de los flujos de comercio exterior.

El análisis de la composición de la balanza comercial representa una fuente de información muy interesante para determinar el grado de éxito innovador de un territorio. Los datos que nos aparecen en la tabla 28, nos describen la composición de los flujos de comercio de la Isla con el resto del mundo, correspondientes a los años fiscales de 2012 y 2013, agrupados en atención al nivel tecnológico de los productos que los componen.

²⁵⁸ Según clasificación OCDE (2011). *ISIC Rev. 3 Technology Intensity Definition, Classification of Manufacturing industries into Categories base on R&D intensities*. Recuperado en: www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf

²⁵⁹ Ibid.

Tabla 28.
Exportaciones e importaciones por código de producto y clasificación de tecnología
años fiscales 2012 y 2013

Código NAICS	Código ISIC	Descripción	Cantidad Exportaciones (en millones de dólares)		Cantidad Importaciones (en millones de dólares)		Saldo (en millones de dólares)	
			2012	2013	2012	2013	2012	2013
Alta Tecnología								
3254	2100	Productos farmacéuticos	40,848.0	43,887.0	5,503.0	13,409.4	39,345.0	30,479.6
3340	2620	Computadoras y equipo electrónico	1,575.1	1,481.4	2,415.4	2,350.8	-840.3	-869.4
3391	3250	Equipos y materiales de uso médico	4,481.6	4,758.7	1,268.9	1,230.3	3,212.7	3,528.4
Total			46,904.7	50,127.1	19,187.3	16,990.5	41,717.4	33,138.6
Media Alta Tecnología								
3251	2011	Productos químicos básicos	3,640.3	4,080.4	3,917.7	6,086.8	-277.4	-2,006.4
3330	2811	Maquinaria	729.3	799.9	1,183.5	1,150.5	-454.2	-350.6
3350	2710	Equipos eléctricos, artefactos eléctricos y componentes	1,023.9	1,064.4	952.3	904.4	71.6	160.0
3360	3099	Equipo de transporte	237.4	272.2	2,271.7	2,490.9	-2,034.3	-2,218.7
Total			5,630.9	6,216.9	8,325.2	10,632.6	-2,694.3	-4,415.7
Media Baja Tecnología								
3241	1920	Productos de petróleo y carbón	68.1	157.5	6,603.4	5,872.6	-6,535.3	-5,715.1
3260	2220	Productos de plástico y goma	132.5	136.8	958.1	888.8	-825.6	-752.0
3279	2399	Productos minerales no metálicos	45.8	52.2	224.3	222.4	-178.5	-170.2
3310	2511	Productos de metales primarios	974.0	186.5	708.2	722.9	265.8	-536.4
3320	2599	Productos de metales fabricados	86.9	79.0	507.7	486.6	-420.8	-407.6
Total			1,307.3	612.0	9,001.7	8,193.3	-7,694.4	-7,581.3
Baja Tecnología								
311	108	Alimentos	3,670.4	4,080.8	3,385.2	3,317.1	285.2	763.7
312	110-120	Productos de bebidas y tabaco	285.9	247.0	480.3	494.7	-194.4	-247.7
313	131	Productos de moliendas de textiles	128.7	140.6	401.3	289.6	-272.6	-149.0
315	141	Productos de prendas de vestir	89.2	90.0	563.8	629.3	-474.6	-539.3
316	151	Productos de cuero	42.5	46.4	266.6	296.9	-224.1	-250.5
321	162	Productos de madera	18.5	22.0	117.1	114.0	-98.6	-92.0
322	170	Papel	33.1	35.5	574.1	555.2	-541.0	-519.7
323	181	Imprenta y actividades de apoyo relacionadas	9.8	12.0	149.1	130.7	-139.3	-118.7
337	310	Muebles y otros productos relacionados	7.7	9.4	253.1	298.0	-245.4	-288.6
339	329	Manufactura miscelánea	35.8	34.4	427.4	414.4	-391.6	-380.0
Total			4,321.6	4,718.1	6,618.0	6,539.9	-2,296.4	-1,821.8

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Programa de Planificación Económica y Social, Sub Programa de Análisis Económico

Tomando como referencia los datos globales deberíamos afirmar que responden a una situación característica de los países de alto grado de desarrollo tecnológico. Las tasas de cobertura del comercio exterior correspondientes a los años 2012 y 2013 han sido del 135% (58.164,5/43.132,2) y del 145% (61.674,1/42.356,3) respectivamente. Unas cifras que observadas en sus valores nos hablan de un grado de competitividad muy alto. Además, comprobamos que son los flujos de comercio de alta tecnología los responsables de este superavit comercial. La tasa de cobertura correspondiente a la subbalanza de productos de alta tecnología alcanza los valores del 244% (46.904,7/19.187,3) para 2012 y del 295% (50.127,1/16.990,5) para el 2013. Añadiríamos que los productos de alta tecnología han sido responsables del 80% de las exportaciones totales de la Isla en el 2012 y del 81,27% del total de exportaciones en el año fiscal de 2013. Unas cifras que, en principio, serían sumamente envidiables para cualquier país pero que pierden atractivo, en nuestro caso, si atendemos a algunas matizaciones necesarias. La primera tendría que ver con el enorme saldo comercial favorable que presentan los sectores de productos farmacéuticos y de equipos y materiales de uso médico (el primero de ellos protagonizaba el 70% de todas las exportaciones de la Isla en el 2012 y el 71% de todas las exportaciones en el 2013). Un monocultivo exportador responsable del saldo favorable del comercio exterior que sería preocupante, en cualquier caso, por la dependencia extrema que representa, pero que en nuestro caso se ve agravada por el hecho de que sea el resultado de la actividad exportadora de las empresas multinacionales instaladas en la Isla que utilizan nuestro territorio como base exportadora para sus productos.

Podemos afirmar, que las cifras de comercio exterior no son, en nuestro caso, un buen indicador de capacidades tecnológicas. Si tenemos en cuenta que sólo productos farmacéuticos y equipos y materiales de uso médico, son actividades protagonizadas por plantas de multinacionales instaladas en la Isla, presentan saldos favorables y que todo el resto de los sectores presentan un saldo muy deficitario, podemos concluir con rotundidad en que las empresas de la Isla carecen de capacidad innovadora. Una ausencia de capacidad tecnológica que esta generalizada y afecta al conjunto de todos los sectores.

Esta dependencia productiva tan marcada del sector farmacéutico presenta un riesgo muy fuerte para el desarrollo económico del País, máxime si tenemos en cuenta

que se trata de unas empresas que, observamos, no están renovando sus productos a la par que están venciendo las patentes de los productos que están fabricando en estos momentos. El aumento en los costes que está experimentando la producción farmacéutica y los fenómenos de fusiones y adquisiciones que se están produciendo en este sector, son factores adicionales de riesgo a tener en cuenta. Al margen de la propia problemática tecnológica, la realidad económica de la Isla manifiesta una necesidad de diversificación absolutamente urgente.

3.3.3. Evaluación de la eficiencia del sistema

Los datos producidos por esta investigación demuestran que hasta la fecha en la experiencia de Puerto Rico no hay un compromiso nacional robusto, que refleje unidad de propósito para cristalizar un proceso que fluya del laboratorio y el salón de clases hacia el piso de las plantas de manufactura y a los mercados globales. Esa alineación de componentes, laboratorios-universidades-plantas de manufactura y tránsitos hacia los mercados globales es prácticamente inexistente en el País. A esta dramática fragilidad hay que añadir que el gobierno local no ha podido concretizar un rol asertivo de promoción, de facilitación y de corretaje en estos procesos.

Debido a la timidez del liderazgo institucional para promover un sistema de innovación que trabaje en esta dirección, la economía del País no ha podido elevar en tiempos recientes los estándares de vida, y por consiguiente confronta cierto grado de estancamiento en los niveles de competitividad actual y proyectada para el futuro inmediato.

La impotencia para diseñar, implantar y promover un sistema de innovación eficiente y efectivo ha sido un factor contribuyente al agotamiento, al encogimiento de la economía y a la incapacidad de promover su recuperación ante la crisis económica de las últimas décadas.

Esta investigación evidencia que Puerto Rico adolece de una política de innovación coherente y efectiva que promueva la actividad económica competitiva y progresista para un plazo inmediato e intermedio. También demuestra que no se han

hecho esfuerzos comprensivos para desburocratizar los procesos puramente comerciales, mercantilistas y proteccionistas que le restan agilidad y rapidez a estas diligencias.

Además, no hay ninguna agenda de políticas públicas para la innovación, ni tampoco existe un mapa económico y político para que el País se inserte en las actividades económicas del Caribe y de la región, debido a las restricciones impuestas por las relaciones tradicionales con los EE.UU. Se ha confundido el desarrollo y la implantación de estrategias sustentables de innovación con la mera producción de leyes y reglamentos que a fin de cuentas han quedado en nada en materias de resultados visibles, dramáticos y concretos.

En resumen, no hay una estrategia nacional para lograr posiciones de ventaja competitiva en materia de innovación a través de un sistema institucional que permita maximizar beneficios para el desarrollo de los ciudadanos, del País y de la región. Las cifras globales que nos ofrece el repaso realizado sobre los resultados conseguidos por el Sistema de Innovación de Puerto Rico, resultan enormemente pobres y nos reflejan unas capacidades de innovación que sitúan muy por debajo de las que deberíamos observar en un país del grado de desarrollo de Puerto Rico. La investigación universitaria nos ofrece unos resultados muy insuficientes que reflejan un abandono de la actividad de investigación como parte de las funciones del profesorado universitario. A pesar de disponer de una universidad pública de una dimensión considerable, no ha sido capaz de organizarse considerando a la actividad e investigación como parte de sus prioridades. Tampoco los resultados conseguidos por las empresas, medidos en términos de patentes, reflejan datos más favorables. Ciertamente que nos podíamos esperar un bajo comportamiento innovador en un tejido productivo dominado por plantas pertenecientes a empresas multinacionales estadounidenses pero hubiera parecido lógico que fuera superior al producido y que además la propia actividad económica hubiera inducido alguna actividad tecnológica en el tejido local. Los datos reflejan una ausencia casi total de innovación empresarial y aunque podría argumentarse que se observa un cierto crecimiento en el tiempo también habría que añadir que las cifras son tan bajas que ni siquiera podrían justificar una tendencia.

Los datos de comercio exterior son aparentemente más positivos en cuanto que nos reflejan unos saldos de la balanza comercial propia de un país de alto nivel

tecnológico, en los reglones de alta tecnología, donde se registra un significativo superávit comercial y es en los reglones de baja y media tecnología donde los saldos son desfavorables.

Una realidad que resulta engañosa por cuanto ese saldo favorable en los sectores de alta tecnología es el resultado de la utilización del territorio puertorriqueño como base exportadora de las empresas de EE.UU., perteneciente, fundamentalmente al sector de productos farmacéuticos. Unas empresas que, centralizadas sus actividades tecnológicas en sus casas matrices, no generan ninguna contribución significativa al Sistema de Innovación de Puerto Rico. Si descartamos los sectores dominados por empresas multinacionales, no existe ningún sector en el que se pueda identificar una capacidad exportadora endógena, ni siquiera en ámbitos de baja intensidad tecnológica.

Los comportamientos exportadores confirman a nuestras conclusiones relativas, la ausencia de capacidad de innovación en el tejido empresarial de la Isla.

Capítulo IV.

Conclusiones

Nuestro trabajo ha tenido como propósito general describir las características del Sistema de Innovación de Puerto Rico. La idea ha sido explorar la existencia de un sistema nacional de innovación, y a partir de la realidad que presente analiza la viabilidad de desarrollar una estrategia nacional de innovación que inserte al País en el ruedo de la competitividad global. En esa dirección hemos tratado de establecer si en realidad existe en Puerto Rico un modelo teórico de innovación a partir del cual se formulan o pueden formularse, estrategias tecnológicas que presenten a la Isla como un jugador clave en la era de la tecnología y de la innovación mundial.

La conclusión general de esta investigación es que nuestro País carece de una visión y un modelo económico, tanto en el terreno conceptual como en el práctico para insertarse en una economía global. Esto significa que no contamos con la cristalización de una conciencia nacional para trabajar con firmeza en la dirección de ese propósito.

Conclusión 1. El Sistema de Innovación de Puerto Rico presenta una debilidad estructural extrema.

Todos los datos de referencia que nos han servido para describir la situación de nuestro Sistema de Innovación ponen de manifiesto su extrema debilidad. Cualquiera que sea el indicador utilizado y la institución observada, los resultados son concluyentes señalando una situación tecnológica propia de países de bajo grado de desarrollo. Es evidente que nuestra dependencia de EE.UU. hace posible este estado de cosas, una fuerte dicotomía entre un medio-alto grado de desarrollo económico y escasas capacidades tecnológicas propias, enormemente preocupante para un futuro inmediato.

La investigación realizada nos indicaba unos niveles de gastos en actividades tecnológicas extremadamente insuficientes, cualquiera que sea la institución analizada: el gobierno, las universidades, las empresas, hacen unos esfuerzos de gastos que deberíamos calificar de irrisorios. Mención especial en este terreno merece la universidad.

En Puerto Rico las universidades no están formando una población esbelta de investigadores. El repaso de la composición de los estudios ofertados, poco coherentes con la realidad productiva, y la ausencia de actividad investigadora, como nos lo indican los escasos resultados obtenidos por la universidad en términos de publicaciones o patentes, demuestran la ausencia de un plan que esté asignando algún papel al ámbito universitario en el desarrollo económico del País. El bajo perfil de la universidad nos debe resultar especialmente preocupante por su importancia en el desarrollo de las capacidades productivas a medio y largo plazo. Nuestras deficiencias formativas y en investigación básica constituyen un obstáculo para el desarrollo que resulta de urgencia extrema corregir.

En lo que hace referencia a las empresas descubrimos que se trata de un tejido empresarial conformado, fundamentalmente, por filiales de empresas de EE.UU., que van a utilizar a Puerto Rico como base productiva para la exportación, llevando a cabo una escasa actividad de I+D en la Isla. El tejido empresarial de la Isla dispone de una capacidad de innovación endógena muy limitada como lo ponen de manifiesto las cifras que hemos detectado para estos comportamientos. El activo más relevante en este terreno lo constituyen las competencias acumuladas por la práctica en la producción en actividades de alta tecnología como lo son la farmacéutica y la manufactura de equipos médicos que constituye el núcleo duro de la producción de la Isla, lo que nos identifica la disposición de un *know how* de alto valor competitivo por acumularse sobre el manejo de procesos complejos.

Tampoco se ha sabido construir aquellas infraestructuras tecnológicas que puedan conformar un soporte útil para los procesos de innovación de las empresas de nuestro territorio. La ausencia de políticas de innovación nos explica la falta de iniciativas en este terreno así como los escasos resultados conseguidos por las que se han llevado a cabo.

Indicar, por último, la ausencia de capital riesgo registrada en la Isla. En Puerto Rico no existen instituciones de capital de riesgo trabajando a la par que las instituciones que cuentan con capital de inversión en la Isla buscan oportunidades con riesgo mínimo al momento de aportar su capital.

Diremos, en definitiva, que la fotografía que podemos hacer del Sistema de Innovación de Puerto Rico es francamente preocupante. En Puerto Rico hay una

disparidad entre escuálidos escritos, documentos e informes gubernamentales que señalan la importancia de la innovación para activar la economía y la ausencia de esfuerzos prácticos, concretos y de aplicación para trabajar en esa dirección. Es decir, que hay una especie de disonancia entre lo que se dice encogidamente y lo que se hace, y por otro lado, hay un progresivo empobrecimiento teórico a nivel institucional que no permite el desarrollo de una política, un modelo y una estrategia comprensiva para impulsar la economía de la innovación.

Conclusión 2. Hay que generar una conciencia nacional en torno a la urgencia de implementar una política de innovación.

Existe la necesidad urgente de crear una conciencia general entre la población en relación con la importancia del desarrollo tecnológico y la innovación para el futuro del país. Es preciso incorporar el elemento tecnológico al debate nacional.

Señalábamos en nuestro trabajo que hace más de 30 años el gobierno puso en marcha unos primeros esfuerzos dirigidos a implementar políticas de ciencia y tecnología, pero fueron esfuerzos que no tuvieron la continuidad necesaria porque nunca se generó entre la población esa conciencia general de que el juego económico es de índole internacional y que para tomar parte en él hay que desarrollar estrategias que aseguran la competitividad necesaria y que esas estrategias pasan, fundamentalmente, por el rearme tecnológico.

Hemos tenido un desarrollo económico basado, casi exclusivamente, en la invitación a diversas empresas multinacionales de la industria manufacturera de los EE. UU., a instalarse en la Isla, a través de una legislación de incentivos contributivos muy favorable para ellas. Una estrategia que si bien fue exitosa está mostrando signos de agotamiento preocupantes, como lo demuestra el hecho de que en las últimas dos décadas hemos experimentado una pérdida de empresas de manufactura, principalmente de la industria farmacéutica, que se han movido, primero hacia Irlanda y luego a la India y a otros países del bloque asiático, capitalizando las nuevas oportunidades de beneficios económicos que les ofrecen estos mercados.

Este modelo aplicado hasta el momento presente ha tenido, entre sus efectos perversos, la generación de una conciencia, instalada en la población, de que la actividad

económica no es un problema nacional, es algo que nos viene dado desde fuera lo que, lógicamente, nos explica que en Puerto Rico, no contemos con una definición colectivamente aceptada de lo que significa la innovación así como de su importancia para el crecimiento y el desarrollo económico.

Tarea nada sencilla si tenemos en cuenta que esa toma de conciencia y esa toma de protagonismo de la sociedad puertorriqueña en el diseño de su propio desarrollo, pasa por tomar medidas que pueden ser costosas en el corto plazo, como elevar los impuestos para apoyar las inversiones gubernamentales en materia de investigación, educación e infraestructura, cuando los beneficios de estas acciones van a requerir un periodo de maduración más largo.

El País debe cambiar su modelo productivo y caminar en una dirección que le haga menos dependiente de la actividad de filiales de empresas multinacionales cuyo arraigo en la Isla es tan limitado, como lo estamos observando, como lo sean sus perspectivas de beneficio. Es precisa una diversificación del tejido productivo que sólo será posible a partir de un esfuerzo de desarrollo interno que debe apoyarse en el desarrollo tecnológico. Un cambio que tendrá consecuencias sociales porque afectará a la composición de la producción y del empleo, por lo que será fundamental crear un liderazgo capaz de educar al País acerca de los costos necesarios de esta transición al movernos del estado presente indeseado al estado futuro deseado.

Una tarea fundamental si tenemos en cuenta que la experiencia de la economía política y psicológica en Puerto Rico, ha sido que si el núcleo de masa crítica mayor de la ciudadanía percibe que los cambios propuestos son muy riesgosos, se resistirán en una proporción equivalente a esa percepción. Por eso es que en la última década se ha manifestado esta psicología política en la ciudadanía de no tolerar a ninguna administración más de cuatro años por lo que se dificulta pensar en políticas y planes de largo plazo.

Una condición que se desarrolló en las décadas del 1950 al 1970 es que en la medida en que durante este tiempo mejoró dramáticamente el estándar de vida y la distribución relativa de las riquezas, además del surgimiento de una impetuosa clase media, la psicología social del País se tornó más presentista y se empezó a olvidar la obligación social de trabajar para el futuro. La psicología social parecía ser que a mayor

progreso, mayores eran las miras en el corto plazo y en los intereses individuales, sacrificando el futuro y los asuntos necesariamente colectivos.

Con el agotamiento casi natural de este modelo, por razones de cambio de época y de la fuerte competencia global, en la actualidad parece que se le dice a la gente, al menos tácitamente, de que no se les puede prometer nada. Esta condición genera una especie de ética de naufrago o de “sálvese el que pueda” y dificulta la cristalización de un proyecto colectivo.

Conclusión 3. Es necesario construir una Unidad de Propósitos que articule una acción concertada en torno a una estrategia nacional de innovación

A partir de generar esa conciencia nacional que apuntábamos en la segunda conclusión, podemos añadir que hay que dar un segundo paso necesario para el futuro de Puerto Rico que supone la implicación de todos los elementos que veíamos que integraban el sistema nacional de innovación: el gobierno, las universidades y las empresas, alrededor de unas metas comprensivas y compartidas por todos ellos.

A lo largo de nuestra investigación hemos descubierto que los esfuerzos que se realizan además de escasos están fragmentados y dispersos sin que respondan a una lógica de objetivos comunes. Por un lado, están los trabajos realizados por el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación, por otro lado están las organizaciones regionales que llevan a cabo sus iniciativas en forma individual sin tener en cuenta actuaciones del Fideicomiso. La investigación universitaria carece de relaciones con la industria y la que desarrollan las empresas es claramente insuficiente además de carecer de toda vinculación con el País.

Las iniciativas de desarrollo de infraestructuras tecnológica no han logrado sus propósitos porque han carecido de la necesaria articulación con el resto de las instituciones tecnológicas del País. Así, el intento de desarrollar un parque como el de Guanajibo (GRIP) como un lugar para crear “clusters” tecnológicos entendiéndolo como una infraestructura autosuficiente, no ha logrado su propósito. Otras acciones en la dirección correcta como lo son la Ciudad de las Ciencias en la zona de San Juan y el Parque Tecnológico de las Américas, se encuentran hoy en etapas de desarrollo de infraestructura por lo que sería especulativo determinar su impacto como parte en una

estrategia orientada a la I+D+i en el País, pero podemos apuntar que si no se refuerzan sus relaciones y su coordinación con el resto de las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Innovación sus resultados serán exiguos y las inversiones improductivas.

El desafío consiste en lograr acuerdos colectivos que se sustenten en una dirección, que puedan generar sinergia entre los diferentes sectores y protagonistas, en torno a lo que significa, concretamente, el sistema de innovación nacional para el crecimiento y para el desarrollo del País.

Para lograr una política y una estrategia nacional de innovación se requiere de muchos conocimientos científicos y tecnológicos, pero quiero añadir que, sobre todo, de un espíritu patriótico y generoso mayor. Esto implica balancear muchas fuerzas y crear en el País una visión de su propio desarrollo que soporte e impulse las estrategias específicas que sea necesario implantar, a través de un esfuerzo organizado, para la consecución de los objetivos previstos.

La respuesta a la pregunta que le da movimiento a esta investigación, de si es posible para Puerto Rico continuar y transformar la evolución de su crecimiento económico y social siguiendo una política nacional asertiva como fundamento para las estrategias de innovación, es que sí es posible. Contamos con el conocimiento teórico necesario, hay la necesidad coyuntural e histórica de realizar este trabajo y el mundo global presiona para la realización de estos esfuerzos mayúsculos. Claro está, todo va a depender de si el País es capaz de ponerse de acuerdo para trabajar alrededor de los mejores propósitos nacionales y organizar el conjunto de organizaciones para laborar en esa dirección. No sería la primera vez en la historia que Puerto Rico vive un momento muy difícil, aunque en la actualidad la situación es más complicada que nunca antes. Hay que asegurar que el País puede competir a nivel internacional enfrascándose en agendas y en comportamientos estratégicos y cumpliendo con estándares y prácticas de rango global.

Por otro lado, el liderazgo colectivo y democrático que hay que desarrollar y cultivar debe encaminarse a superar los bolsillos de la resistencia, del pesimismo y de la indiferencia y cultivar un ambiente de esperanza, optimismo y posibilidad.

Hoy, más que nunca, Puerto Rico necesita desarrollar una estrategia nacional basada en la economía del conocimiento y de la innovación para mantenerse competitivo local y regionalmente. Sin la economía de la innovación será muy difícil competir en el desarrollo de nuevos productos, frente a las naciones de bajos ingresos y jornales, aún en el escenario que el estándar de vida aumente en estos países.

Conclusión 4. Hay que transformar el sistema educativo y potenciar el protagonismo de la Universidad.

Un componente medular en este proceso de transformación económica, orientada hacia la innovación, tiene que incluir un proyecto educativo radical que esté alineado con la visión, el propósito y la estrategia del País. En Puerto Rico hemos visto plantease muchas propuestas en el ámbito educativo pero todas ellas han tenido en común la carencia de una unidad de propósitos coincidente con una estrategia de desarrollo económico.

La visión sistémica del proceso de innovación que hemos sostenido en nuestra investigación nos ha confirmado el papel protagónico de la universidad en el mismo. A su vez, los resultados de nuestra investigación nos han puesto de manifiesto la insuficiencia del gasto en investigación realizado por las universidades así como su alta dependencia para el mismo, de los fondos provenientes de los EE.UU. Los datos de las patentes y publicaciones científicas que se presentan por las universidades son testimonio claro de la escasez de los esfuerzos de investigación que hacen nuestras universidades. Un dato adicional en relación a la operativa universitaria viene marcado por la ausencia de vínculo sustentable a través del tiempo entre la universidad y las empresas para desarrollar proyectos conjuntos de investigación. Esta desvinculación completa entre la universidad y la empresa representa un reto sustantivo para la organización de nuestra actividad científica que deberá orientar los esfuerzos de investigación básica que realizan las universidades en una dirección que suponga un potencial interés tecnológico para el tejido empresarial de la Isla.

Es por esto, que el proyecto de educación de futuro debe incluir un pacto como parte de la estrategia, que comprometa a todo el País. El pacto debe atender, en primer lugar, a unas necesidades formativas coherentes con las destrezas que reclaman las

empresas. Si no contamos con el volumen necesario de capital humano diestro y experto, algo especialmente importante en nuestra economía tan sensible a la emigración de su población mejor formada aprovechando las oportunidades que ofrece la economía de los EE.UU., ningún proyecto de desarrollo será viable. Cualquier estrategia de desarrollo pasa por impulsar unos currículos universitarios de calidad y en consonancia con las actividades económicas que se trate de impulsar. En otro caso, las empresas se verán limitadas para llevar a cabo ese papel protagónico en el terreno de la innovación.

En segundo lugar, el pacto educativo debe tener como prioridad reforzar las capacidades de investigación de la universidad. Cualquier estrategia de desarrollo tecnológico reclama la potenciar la investigación básica en aquellos campos científicos que vayan a constituir el soporte de los conocimientos que vayan a manejar las actividades económicas que pretendemos desarrollar. La práctica de investigación básica tiene una enorme importancia desde el punto de vista formativo por cuanto nos proporcionará los conocimientos que permitirán a las empresas resolver los problemas científico-técnicos que se les planteen así como formar a los estudiantes universitarios en las técnicas de investigación. El éxito de cualquier proyecto de investigación estará mediatizado por los conocimientos puestos en juego, y en este sentido, la puesta en marcha de actividades de innovación, reclama el dominio completo del campo de conocimiento sobre el que vamos a desarrollar nuestra tarea creativa. Por tanto hacer investigación básica es imprescindible para generar nuevo conocimiento. Si entendemos que el conocimiento se construye a partir de principios y teorías, será imprescindible conocer esos principios para llevar a cabo actividades no sólo de creación, sino de adaptación de actividades productivas que puedan manejar esos principios.

Si parece evidente que las empresas van a trabajar sobre proyectos aplicados, también lo es que su capacidad para llevarlos a cabo estará condicionada por la disposición de recursos humanos formados en los conocimientos que necesiten utilizar como soporte.

Un efecto positivo adicional de la investigación básica viene dado por su capacidad para generar nuevas empresas. La ausencia de este fenómeno en nuestra Isla es otra consecuencia de la falta de investigación en nuestras universidades.

Conclusión 5. Es necesario desarrollar un modelo productivo a partir de capacidades tecnológicas propias.

Nuestra investigación nos ha descubierto que el tejido empresarial de la Isla lleva a cabo una escasa actividad de I+D lo que determina una debilidad estructural en materia de innovación muy importante. Fenómeno que explicábamos en base a la fuerte presencia de empresas filiales de EE.UU., que van a utilizar la Isla como base productiva para la exportación, carentes de materializar su actividad tecnológica al margen de sus laboratorios centrales. Por otro lado, debemos destacar las competencias acumuladas por la práctica en la producción en actividades de alta tecnología, como lo son los sectores farmacéuticos y de fabricación de equipo médico, lo que supone disponer de un *know how* de alto interés competitivo. Al margen del valor de este activo tecnológico, la Isla necesita desarrollar comportamientos que, por una parte, fortalezcan el anclaje de estas filiales en la Isla, a través fundamentalmente del establecimiento de interacciones con el contexto institucional y empresarial, con objeto de reforzar su interés por continuar en nuestro territorio y, por otra, por impulsar de forma endógena, actividades empresariales que diversifiquen nuestro tejido productivo.

En cualquier caso, tanto el impulso del anclaje de las empresas extranjeras en nuestro territorio como el desarrollo de nuevos proyectos empresariales, pasa por una estrategia de desarrollo de recursos tecnológicos locales que además de tener en cuenta a las Universidades se apoyen en centros tecnológicos y centros públicos de investigación que atiendan a las necesidades tecnológicas que marca la estrategia de innovación que se haya establecido. Una estrategia que deberá tener muy presente la actual composición productiva de la Isla de forma que si bien es cierto que las empresas de la Isla son grandes empresas, capaces de gestionar su dinámica tecnológica en base a su propia I+D interna, la existencia de recursos tecnológicos locales puede incentivarles a sustituir en aquellas tareas no estratégicas tecnológicamente, a los recursos internos por recursos del territorio, siempre de menor coste. Por otro lado, el impulso de una I+D en el País en campos de conocimiento afines a los que maneja la industria puede provocar la generación de actividades empresariales que complementen la propia que llevan a cabo las empresas instaladas o aprovechen nichos de producto que no atienden éstas.

Conclusión 6. El gobierno está llamado a jugar un rol fundamental para el impulso y la organización del Sistema de Innovación.

Una consecuencia inmediata de nuestra investigación es la constancia de la extrema debilidad del Sistema de Innovación de Puerto Rico. Sus instituciones realizan unos esfuerzos claramente insuficientes y las relaciones entre ellas con interés tecnológico son puramente anecdóticas.

El País necesita construir un sistema de innovación eficiente, algo que, como indicábamos, requiere conseguir un consenso nacional a favor de la innovación y el desarrollo tecnológico; multiplicar los recursos dedicados a actividades tecnológicas y, por último, organizar los esfuerzos de las instituciones en la consecución de unos objetivos comunes. Tareas todas ellas que reclaman el protagonismo fundamental del gobierno que deberá tomar la iniciativa para buscar esa unidad nacional en torno a la apuesta por desarrollar unas capacidades tecnológicas endógenas que garanticen un futuro para el país, a partir de lo cual estemos en disposición de trazar una estrategia tecnológica que fije objetivos y plantee comportamientos de las instituciones para hacerlos viables.

La necesidad de organizar y coordinar las actividades de múltiples sectores y participantes para que trabajen juntos con sinergia y simultáneamente hace que el liderazgo del gobierno en esta tarea sea insustituible. Hay que tener en cuenta que no se trata sólo de legislar y reglamentar sino que hay que diseñar e impulsar ese ecosistema de innovación necesario para que ocurra el desarrollo tecnológico, lo que supone movilizar recursos, coordinar actuaciones e implementar una infraestructura tecnológica que sirva de soporte a las actividades de las instituciones, sean del sector público o del sector privado.

Precisando la articulación de este liderazgo hay que insistir en que debe organizarse en base a una única institución, la instancia gubernamental correspondiente, evitando toda tentación de repartirlo y compartimentarlo. La experiencia de Puerto Rico en materia de organización de las actividades tecnológicas en el pasado reciente ha sido muy negativa. La existencia de distintas entidades públicas como; la Junta de Planificación, el Banco Gubernamental de Fomento y la Administración de Fomento

Económico, decidiendo en materia tecnológica, ha originado un conjunto de iniciativas incoherentes y sin efecto económico alguno. Un diseño que no debe repetirse.

Por otro lado, la visión sistémica de los procesos de innovación y los malos resultados registrados por nuestra economía en esta materia a lo largo de las décadas anteriores a los 80's, en que se siguió un planteamiento de política de innovación que hizo dejación de sus funciones y lo dejó todo a la supuesta eficacia de la mano invisible del mercado, reivindica el papel fundamental del gobierno sin que ello suponga asignar un protagonismo secundario al sector privado. En las gestiones de promover la innovación a nivel nacional hay que asegurar que se protege el balance entre la libertad y la creatividad individual y al mismo tiempo dirigir estos aspectos hacia el apoyo de las metas y los objetivos colectivos. Esta dimensión es importante porque en el caso de Puerto Rico, y tal vez como es el caso de todas las economías de mercados, se produce una tensión entre la producción de bienes privados y públicos y entre las responsabilidades individuales y colectivas. Es aquí que resulta necesario el despliegue de un liderazgo nacional robusto y de un gobierno facilitador encaminado a hilvanar y a alinear estas dos dimensiones por el bien del crecimiento y del desarrollo del País.

El desafío consiste en proporcionar los recursos y desarrollar infraestructuras capaces de estimular los procesos de innovación que deberán ser protagonizados por el sector privado. El sector privado promoverá y materializará la innovación en una economía de mercado de manera que se produce una relación simbiótica entre sector privado y un sector público que articulará el comportamiento de las áreas y los sectores que haya que integrar para gestar un esfuerzo inter-organizacional y colaborativo que nos define el rol aglutinador, facilitador e integrador del gobierno para llevar las estrategias de innovación a una feliz realización. En este contexto es menester superar la política partidista y los conflictos ideológicos a favor de la unidad de propósitos que representaría una política nacional sustentable y apoyada por todas las ideologías, con independencia de los planteamientos políticos que se mantengan.

Durante el transcurso de esta investigación el modelo de desarrollo seguido por el País Vasco en materia de innovación ha sido una referencia permanente. Es evidente que hay varias similitudes en el escenario del País Vasco de 1980 con el de Puerto Rico en la actualidad. Haber establecido un proyecto de país brindó la oportunidad al País Vasco del

fundamento para establecer una nueva visión de desarrollo compartido por los distintos segmentos del País. En el área tecnológica el gobierno vasco asumió un liderazgo que, a través de potenciar el gasto en I+D y de coordinar los esfuerzos de todos los agentes participantes en el proceso de innovación, alcanzó con éxito los objetivos propuestos.

Quiero por último, añadir que este trabajo de investigación en su crítica constructiva y en su parte propositiva, está realizada desde la convicción de que tenemos futuro y de que a través de la buena tensión intelectual aportada por hombres y mujeres bien formados podremos sacar adelante este País y a su gente a las que amo con todo mi corazón.

Bibliografía

- Abel, J., Bramm, J., Deitz, R., Klitgaard, T. y Orr, J. (2012). *Informe sobre la competitividad de la economía de Puerto Rico*. New York, NY. : Federal Reserve Bank of New York. Recuperado en: www.newyorkfed.org/regional/puerto-rico/report.pdf.
- Abel, J., Bramm, J., Deitz, R., Haughwout, A., Klitgaard, T. y Orr, J. (2014). *Actualización del Informe sobre la competitividad de la economía de Puerto Rico*. New York, NY.: Federal Reserve Bank of New York. Recuperado en: www.newyorkfed.org/outreach-and-education/puerto-rico/2014/Puerto-Rico-Report-2014.pdf.
- Abel, J. y Deitz, R. (2014). The Causes and Consequences of Puerto Rico's Declining Population. *Current issues in Economics and Finance*. Federal Reserve Bank of New York. 20(4), pp.1-8. Recuperado en: www.newyorkfed.org/research/current_issues
- Aláez, R. (2009). La inversión extranjera directa y las transnacionales. En Bilbao, J. y Longas, J.C. (coord). *Temas de economía mundial*. Madrid: Delta. pp. 281-313.
- Aláez, R., Bilbao, J., Camino, V. y Longás, J.C. (1996). *El sector de automoción: nuevas tendencias en la organización productiva*. Madrid: Civitas.
- Altenburg, T. (2009). Building inclusive innovation systems in developing countries: challenges for IS research. En Lundvall, B. Å., Joseph, K. L., Chaminade, C. y Vang, J. (eds.). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, p. 35. Glos, UK: Edward Elgar Publishing.
- Altenburg, T., Schmitz, H. y Stamm, A. (2008). Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation. *World Development*. 36(2), pp. 325-344.
- Amin, A. (1999). An institutional perspective on regional economic development. *Journal for Urban and Regional Research*. 23(2), pp. 365-378.
- Amsden, A. (2001). *The Rise of 'the Rest': Challenges to the West from Late-industrializing Economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Andersen, E. S. (1991). Techno-economics paradigms as typical interferences between producers and users. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), (pp. 119-144). En Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*, London: Pinter.
- Aon Hewitt (2012). *Puerto Rico HR Trends 2012*. Sociedad para la Gerencia de los Recursos humanos, Captítulo de Puerto Rico. San Juan.

- Aranguren, M.J., Larrea, M. y Wilson J. R. (2012). Academia and Public Policy: Towards the Co-generation of Knowledge and Learning Processes. En Asheim, B.T. y Davide, M. (eds.) *Interactive Learning for Innovation: A Key Driver with Clusters and Innovation Systems*, UK: Palgrave Macmillan.
- Archibugi, D. y Iammarino, S. (2000). Innovación y globalización: evidencia e implicaciones. En Molero, J. *Competencia global y cambio tecnológico*. Madrid: Pirámide.
- Archibugi, D. y Michie, J. (1997). Technological globalisation or national systems of innovation?. *Futures*, 29(2), pp. 121-137.
- Archibugi, D. y otros (2001). Sistemas de innovación y políticas en una economía global. En Olazarán, M. y Gómez Uranga, M. *Sistemas regionales de innovación*. Leioa: Servicio editorial de la Universidad del País Vasco. p. 68.
- Arrow, K. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29(3), pp.155-173.
- Asheim, B. T. (2000). Industrial districts, The contributions of Marshall and beyond. En Clark, G., Feldman, M. y Gertler, M. (eds.). *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford: Oxford University Press, pp. 291-317.
- Asheim, B. T. (2009). Next generation regional innovation policy: How to combine science and user driven approaches in regional innovation systems, *Ekonomiaz*, 70(1). pp. 27- 41.
- Asheim, B. T. y Coenen, L. (2005). Knowledge base and regional innovation system: Comparing Nordic clusters. *Research Policy*, 34(8), pp. 1173-1190.
- Asheim, B. T. y Gertler, M. (2005). The Geography of Innovation: Regional Innovation System. En Fagerberg, J., Mowery, D. C. y Nelson, R.R. (eds.) *The Oxford Hand Book of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, pp. 291-317.
- Asheim, B. T. e Isakesen, A. (2002). Regional Innovation Systems: The integration of Local “Sticky” and Global “Ubiquitous” Knowledge. *Journal of Technology Transfer*, 27 (1), pp. 77-86.
- Bathelt, H. (2003). Geographies of Production: growth regimes in spatial perspective: Innovation - institution, institutions and social systems. *Progress in Human Geography*, 27(6), pp. 763-778.
Recuperado en: <http://phg.sagepub.com/content/27/6/763.full.pdf+html>.

- Bathelt, H., Malmberg, A. y Maskell, P. (2004). Clusters and Knowledge: Local Buzz, Global Pipelines and Process of Knowledge Creation. *Progress in Human Geography*, 28(1), pp. 31-56.
- Begg, I. (1999). Cities and competitiveness. *Urban Studies*, 36(5-6), pp. 795-809.
- Bilbao, J. y Camino, V. (2008). Proximity matters?. European Union Enlargement and Relocation of activities. The case of the spanish automotive industry. *Economic Development Quarterly*. 22(2) pp.149-166.
- Bilbao, J., Camino, V. y Ullibarri, M. (2009). Introducción al análisis de la economía mundial. En Bilbao, J. y Longas, J.C. (coord). *Temas de economía mundial*. Madrid: Delta. pp. 1-36.
- Bilbao, J. y Camino, V. (2011). *Material and institutional resources for innovation in the Basque Country: an evaluation of Basque Innovation System*. Reno: University of Nevada.
- Bodas Freitas, M. I., Argou Márquez, R. y de Paula e Silva, M. (2013). University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. *Policy Research* 42(2), pp. 443-453.
- Borras, S. (2008, septiembre). The Widening and Deepening of Innovation Policy: What Conditions for Effective Governances?. *Paper for the PRIME-Globelics conference*. pp. 22-26. Ciudad de México.
- Bramwell, A., Hepbrun, N., y Wolfe, D. (2012). Growing innovation ecosystems: university-industry knowledge transfer and regional economic development in Canada. Knowledge Synthesis Paper on Leveraging Investments in HERD, Final Report to the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada, May, 15.
- Braczyk, H. J., Cooke, P. y Heidenreich, M. (eds.) (1998). *Regional innovation systems: the role of governances in a globalized world*. London: Routledge.
- Britt, R. (January 2014). Federally Funded R&D Centers Report Declines in R&D Spending in FY 2012. *National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics*. Arlington, VA. p.1.
Recuperado en www.nsf.gov/statistics/inbrief/nsf14308/?org=NSF.
- Brundenius, C., Lundvall, B. Å. y Sutz, J. (2009). The role of universities in innovation systems in developing countries: developmental university systems-empirical, analytical and normative perspective. En Lundvall, B. Å., Joseph, K. L., Chaminade, C. y Vang, J. (eds.) *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, p. 311. Edward Elgar Publishing, Glos, UK.

- Brunet, I. y Cincunegui, C. (2010). *Desarrollo regional*. Madrid: Entinema.
- Bunnel, T. G. y Coe, N. M. (2001). Spaces and scales of innovation, *Progress in Human Geography*, 25(4), pp. 569-589.
- Busch, V. (1945). Science: The Endless Frontier. En Mowery, D.C. y Sampat, B. N. (2005). Universities in National Innovation Systems. En Fagerberg, J., Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (eds.), *The Oxford Hand Book of Innovation*, (p. 212). Oxford: Oxford University Press.
- Calem, A. (1998). Economics and Business. En Darrell Bender, L. (ed.) *The American presence in Puerto Rico*. pp. 71-107. San Juan: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.
- Camino, V. (2012). Tecnología y globalización económica. Araucaria. *Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades*, 27, pp.101-119.
- Carlsson, B. (ed.) (1995). *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*. Dordrecht, The Netherland: Kluwer Academic Publisher
- Carlsson, B. y Eliasson, G. (1991, septiembre). *The nature and importance of Economic competence. Paper presented to the EARIE Conference*. (p. 255) Ferrara, En Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*, London: Pinter.
- Castells, M. y Hall, P. (1994). *Las tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales del Siglo XXI*. Madrid: Alianza.
- Castillo, V. L. (1981). *La acumulación de capital en Puerto Rico: 1960-1975*. Tesis doctoral no publicada. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castro González, S., Peña Vicens, J., Ruiz Torres, A.J. y Sosa, J.C. (2014). Estudio Intrapáises de la competitividad global desde el enfoque del doble diamante para Puerto Rico, Costa Rica y Singapur, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. 20(3). pp. 122-130. Recuperado en: www.aedem-virtual.com/archivos/iedee/indiceiedee.htm
- Chaminade, C. y Vang, J. (2008). Globalisation of knowledge production and regional innovation policy: Supporting specialized hubs in the Bangalore software industry. *Research Policy* 37(10), pp. 1684-1696.

- Clark, G. L. y Tracey, P. (2004). *Global competitiveness and innovation*. Basingstoke and New York: Palgrave Macmillan.
- Clark, V. S. (eds.) (1930). *Porto Rico and Its Problems*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Coenen, L. y Asheim, B. (2006). Constructing Advantage at the Northern Edge. En Cooke, P. y Piccoluga, A. (eds.). *Regional Development in the knowledge Economy*, Routledge. pp. 84-111.
- Collins, S. M., Bosworth, B. P. y Soto-Class, M. (eds.) (2008). *Restablecer el Crecimiento en Puerto Rico: Panorama y alternativas*. San Juan, PR.: EMS Editores.
- Conway, S. H. y Steward, F. (2009). *Managing and Shaping innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: Competitive regulation in the new Europe, *Geoforum*, 23(3), pp. 365-382.
- Cooke, P. (1996, septiembre). Regional innovation Systems: concepts, analysis and typology. Documento de la EU-Report conference Global Comparison of Regional RTD and Innovation Strategies for Development and Cohesion. pp. 19-21. Bruselas.
- Cooke, P. (1998). Introduction: origins of the concept. En Braczyk, H. J., Cook, P. y Heidenreich, M., *Regional Innovation System. The role of the governances in a globalized world*. pp. 2-25. London: Routledge.
- Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Changes*, 10(4), pp. 945-974.
- Cooke, P. (2004). Introduction. Regional Innovation Systems- an evolutionary approach. En Cook, P., Heidenreich, M. y Braczyk, H. J., (eds.). *Regional Innovation System*. Oxford:Routledge, pp. 1-18.
- Cooke, P. (2005). Regionally asymmetric Knowledge capabilities and open innovation. Exploring Globalization 2, a new model of industry organization. *Research Policy*, 34(8), pp. 1128-1149.
- Cooke, P. (2007). *Growth Cultures; The global bioeconomy and its bioregions*. Oxford: Routledge.
- Cooke, P., Gomez Uranga, M. y Etxebarria, G. (1997). Regional Innovation Systems: Institutional and Organizational Dimensions. *Research Policy*, 26 (4-5) pp. 475-491.

- Cooke, P., Laurentis, C., Tödting, F. y Tripl, M. (2007). *Regional Knowledge Economies, Markets, Clusters and innovation*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Cooke, P. y Memedovic, O. (2003). *Strategies for Regional Innovation Systems: Learning Transfer and Application*. Vienna: UNIDO Policy Papers.
- Cooke, P. y Schienstock, G. (2000). Structural Competitiveness and Learning Regions. *Journal of Enterprise and innovation Management Studies*, 1(3) pp. 265-280.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow*, New York, NY: Harper & Row.
- Curet Cuevas, E. (2003). *Economía Política de Puerto Rico: 1950-2000*. San Juan: Ediciones M.A.C.
- Curet Cuevas, E. (1976). *El Desarrollo Económico de Puerto Rico: 1940-1972*, San Juan: Management Aid Center, Inc.
- De Bruijn, P. y Lagendijk, A. (2005). Regional innovation systems in the Lisbon strategy. *European Planning Studies*, 13(8) pp. 1153-1172.
- De Jesús Toro, R. (1982). *Historia Económica de Puerto Rico*. Ohio: South-Western Publishing Co.
- Del Valle, J. L. (1999). Políticas tecnológicas en Puerto Rico: pasado, presente y futuro. En Martínez, F. E., *Futuro Económico de Puerto Rico*, San Juan: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Departamento de Hacienda del Estado libre Asociado de Puerto Rico, Informe Anual del Secretario, 1963. p. 2
- Departamento de Hacienda, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Informe Anual del Secretario de Hacienda, 1982. p. 42.
- Departamento de Hacienda del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, noviembre 1995, Oficina de Asuntos Económicos y Financieros, Banco de Datos de las Corporaciones 936.
- Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, Gobierno de Puerto Rico (2011). Tabla de Participación y Desempleo por áreas, p.16
- Dietz, J. L. (1989). *Historia Económica de Puerto Rico*, San Juan: Ediciones Huracán, Inc.

- Dietz, J. L. (2003). *Puerto Rico: Negotiating Development and Changes*. Colorado: Lynne Rienner Publishers, Inc.
- Dodd, D. y Favaro, K. (2007). *The Three Tensions: Winning the Struggle to Perform Without Compromise*. NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Doloreux, D. (2002). What we should know about regional systems of innovation, *Technology in Society*, 24(3), pp. 243-263
- Doloreux, D. y Parto, S. (2005). Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. *Technology in Society*, 27(2), pp. 133-153.
- Dringoli, A. (2009). *Creating Value Through Innovation*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Echenique, M., Labadie, P., Gracia Passalacqua, J. M., Mudie, J. H. y Smitt, L. (1976). El Desarrollo Económico de Puerto Rico: Una estrategia para la próxima década, *Informe preparado para el Consejo Financiero de Gobernador*, San Juan: Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*, London: Pinter.
- Edquist, C. (2005). Systems of Innovation: Perspective and challenges. En Fagerberg, J., Mowery, D.C. y Nelson, R.R. (eds.), *The Oxford Hand Book of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, pp. 181-208.
- Edquist, C. y Chaminade, C. (2006). Industrial Policy from a Systems of Innovation perspective, *European Investment Bank Papers*, 11(1), pp. 108-133.
- Edquist, C. y Hommen, L. (eds.) (2008). *Small Country Innovation Systems: Globalization, Change and Policy in Asia and Europe*, Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Esser, K. (ed.) (1996). Systemic competitiveness: new governance patterns for Industrial Development. *Psychology Press*, 7.
- Estudios Técnicos, Inc. (2014). La economía de Puerto Rico: 2011-2014. *Perspectivas* 21(5). p. 8.
- Eustat. Estadística sobre actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. Recuperado en:
http://es.eustat.es/ci_ci/estadisticas/tema_179/opt_0/tipo_1/temas.html#axzz3JANtiGcc

- Fabrizio, K. R. (2008). The use of University Research in Firm Innovation. En Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W. y West, J., *Open Innovation: Reseaching a New Paradigm*, Oxford: Oxford University Press, pp.134-156.
- Fagerberg, J. y Srholec, M. (2008). National Innovation Systems, capabilities and economic development. *Research Policy*,37(9), pp. 1417-1435.
- Feldman, M. A. y Audresstsch, D. B. (1999). Innovations Cities: Science-base Diversity, Specialisation, and Locational Competition, *European Economic Review*, 43(2), pp. 409-429.
- Feldman, M. A. (1994). Social Capital; a key enabler of innovation. En Branscomb, L. y Keller, J. (eds.) *Investing in Innovation*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Flores-Rivera, K. M., Marazzi-Santiago, M. y Olmo-Arroyo, G. (2011). *Índice de Economía del Conocimiento 2009*. San Juan: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico.
- FMI (2009). *Manual de Balanza de Pagos y Posición de Inversión de Capital*, 6ta. Ed. Washington, DC: International Monetary Fund. Recuperado en: www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/bop/2007/bopman6s.pdf
- Freeman, C. (1987). *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Freeman, C. (2008). *Systems of Innovation; Selected Essays in Evolutionary Economics*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Freeman, C. y Perez, C. (2008). Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behavior. En, Freeman, C.: *Systems of Innovation. Selected essays in Evolutionary Economics*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited. pp.38-73.
- Freyre, J. F. (1969). *External and Domestic Financing in the Economic Development of Puerto Rico*, San Juan: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Fukuyama, F. (1995). *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. New York, NY: Free Press Paperback.
- Fundación para la Innovación Tecnológica-Cotec. (2014). Informe Cotec 2014: Innovación y Tecnología en España. Recuperado en: www.cotec.es/index.php/publicaciones/show/id/2583/titulo/informe-cotec-2014--tecnologAsa-e-innovaciAsn-en-espaApa
- Gambardella, A. y Panico, C. (2014). On the management open innovation. *Research Policy*, 43(5), pp. 903-913.

- Garnsey, E. y Heffernan, P. (2005). High technology clustering through spin-out and attraction: the Cambridge case. *Regional Studies*, 39(8), pp. 1127-1144.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (eds.) (1994). *The New Production of Knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*, London: Sage Publications.
- Green, C. (1998). Industrial Policy for Puerto Rico and the Implications of Political Status. pp. 359-410. En Meléndez, E. y Ruíz, A. L., *Economic Effects of the Political Options of Puerto Rico*. San Germán, PR: Centro de Publicaciones, Universidad Interamericana.
- Gulati, R. (1998). Alliance and network. *Strategic Management Journal*, 19(4), pp. 293-317.
- Gulati, R. (1999). Network, location and learning: the influence of network resources and firm capabilities on alliance formation, *Strategic Management Journal*, 20 (5), pp. 397-420.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, 31(4), pp. 477-492.
- Haug, P. (1986). US High technology Multinationals and Silicon Glen. *Regional Studies*, 20(2), pp.103-116.
- Hirsch, W.Z. (1952). Manufacturing progress functions. *Review of Economics and Statistics*. 34. pp.143-155.
- Hounshell, D. y Vincent, P. (1998). Mesuring the Return on Investment in R&D: voices from the past, vision of the future. *Assessing the value of Reseach in the Chemical Science*. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press.
- Howells, J. (1999). Regional Systems of Innovation. En Archibugui, D., Howells, J. y Michie, J.(eds.) *Innovation Policy in a Global Economy*. pp. 67-93. Cambridge: Cambridge University Press.
- Huggins, R. y Izushi, H. (eds.) (2011). *Competition, Competitive Advantage, and Clusters: The Ideas of Michael Porter*. Oxford: Oxford University Press.
- Iammarino, S. (2005). An evolutionary Integrated View of Regional Systems of innovation: Concepts, Mesurures and Historical Perspective. *European Planning Studies*, 13(4), pp. 497-519.
- Ibarretxe Markuartu, J.J. (2012). *El Caso Vasco: El Desarrollo Humano Sostenible*. Bogotá: Editorial La Oveja Negra

Instituto de Estadísticas de Puerto Rico (2011). Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología 2009: Investigación y Desarrollo (R&D). Recuperado en: www.estadisticas.gobierno.pr

Instituto de Estadísticas de Puerto Rico (2014). Encuesta sobre Ciencia y Tecnología 2012-13: Investigación y Desarrollo (R&D). Recuperado en: www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClinck.aspx?fileticket=nR7CQrAfqw%3d&tabid=165.

Irrizarry, E. (2001). *Economía de Puerto Rico, evolución y perspectivas*. México, D.F.: International Thomson Editores, S.A.

Irrizarry, E. (2011). *Economía de Puerto Rico*. México, D.F: McGraw Hill Interamericana Editores.

Isaksen, A. y Karlsen, J. (2012). Combined and Complex Mode of Innovation in Regional Cluster Development: Analysis of the Light-Weight Material Cluster in Raufoss, Norway. En Asheim, B.T. y Davide, M. (eds.) *Interactive Learning for Innovation: A Key Driver with Clusters and Innovation System*. UK: Palgrave Macmillan.

Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E. y Lundvall, B. Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), pp. 680-693.

Johnson, B. (1992). Institutional Learning. En Lundvall, B. Å. (ed.) *National Systems of Innovations: Towards a Theory of Innovations and Interactive Learning*. London: Pinter.

Jonsson, S. (2000). Innovation in the Networked Firm: The need to Develop New Types of Interface Competence. En Birkinshaw, J. y Hagström, P. (eds.). *The Flexible Firm; Capability Management in Network Organizations*. Oxford: Oxford University Press

Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (1952). Negociado de Economía y Estadísticas, Anuario Estadístico, Tabla 136, p. 231 y en 1960, Tabla 129 p. 176.

Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (1963). Informe Económico al Gobernador, diciembre pp. 103-108.

Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (1973). Tabla de Ingreso y Producto, pp. 8-11.

- Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (2013). Informe Económico al Gobernador, Apéndice Estadístico. marzo 2013. Recuperado en www.gdbpr.com/economy/documents/ApendiceEstadistico2013.pdf
- Kao, J. (2007). *Innovation Nation*. New York, NY: Free Press
- Keating, M. (1998). *The Regionalism in Western Europe*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Klonowski, D. (2010). *The Venture Capital Investment Process*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Lam, A. (1998). The Social Embeddedness of Knowledge: Problems of Knowledge Sharing and Organizational Learning in International High- Technology Ventures. *DRUID Working Paper, 98*, pp.7. Dinamarca: Aalborg University.
- Lam, A. (2000). Tacit Knowledge, Organizational Learning and Societal Institutions: An Integrated Framework. *Organization Studies, 21*(3), pp. 487-513.
- Lam, A. (2007). Knowledge network and careers: Academics scientists in industries-university links. *Journal of Management Studies, 44*(6), pp. 993-1016.
- Lambooy, J. G. y Boschma, R. A. (2001). Evolutionary Economics and regional policy. *The Annals of Regional Science, 35*(1), pp. 113-131.
- Landström, H. (ed.) (2007). *Handbook of Research on Venture Capital*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Lerro, A. y Schiuma, G. (2011). The Regional Innovation Capacity Model. En Ordóñez De Palos, P., Lee, W.B. y Zhao, J. (eds.) *Regional Innovation Systems and Sustainable Development: Emerging Technologies, Information Science Reference*. Pennsylvania: IGI Global.
- Leyes de Puerto Rico (1919). Leyes y resoluciones de la Primera Legislatura de la Novena Asamblea Legislativa de Puerto Rico.
- Leyes de Puerto Rico (1930). Leyes y resoluciones de la Segunda Legislatura Ordinaria de la Duodécima Asamblea Legislativa de Puerto Rico.
- Leyes de Puerto Rico (1936). Leyes y resoluciones de la Cuarta Legislatura Ordinaria de la Decimotercera Asamblea Legislativa de Puerto Rico.
- Leyes de Puerto Rico (1942). Leyes de la Segunda Legislatura Ordinaria de la Decimo quinta Asamblea Legislativa de Puerto Rico.

- Leyes de Puerto Rico (1947). Leyes de la Tercera Legislatura Ordinaria de la Decimosexta Asamblea Legislativa de Puerto Rico.
- Leyes de Puerto Rico (1948). Leyes de la Cuarta Legislatura Ordinaria de la Decimosexta Asamblea Legislativa de Puerto Rico.
- Leyes de Puerto Rico (1950). Leyes de la Segunda Legislatura Extraordinaria de la Segunda Legislatura Ordinaria y Cuarta Legislatura Extraordinaria de la Decimoséptima Asamblea Legislativa de Puerto Rico, p. 1025.
- Leyes de Puerto Rico (1951). Leyes de la Tercera Legislatura Ordinaria de la Decimoséptima Asamblea Legislativa de Puerto Rico. p. 87
- Leyes de Puerto Rico (1954). Primera Sesión Extraordinaria de la Segunda Sesión Ordinaria de la Segunda Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 1052.
- Leyes de Puerto Rico (1963). Tercera Sesión Ordinaria de la Cuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 686.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (1978). Segunda Sesión Ordinaria de la Octava Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 614.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (1986). Segunda Sesión Ordinaria de la Decima Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 910.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (1997). Parte 1, 1ra. y 2da. Sesiones Ordinaria – 1ra. Extraordinaria de la Decimotercera Asamblea Legislativa Del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 1002.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (2004). Parte 1, 6ta. y 7ma. Sesiones Ordinarias y 7ma. Sesión Extraordinaria de la Decimocuarta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto del Senado 2642, p. 2953.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (2008). Parte 1, 6ta. 7ma. Sesiones Ordinarias y 5ta. Sesión Extraordinaria de la Decimoquinta Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Proyecto de la Cámara 4350.
- Leyes y Resoluciones de Puerto Rico (2014). Tercera Sesión Legislativa Ordinaria de la Decimoséptima Asamblea Legislativa del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Proyecto de la Cámara 545.

- Llerena, P. y Matt, M. (eds) (2010). *Innovation Policy in a Knowledge-Base Economy: Theory and Practice*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lobato Vico, M. (2013). Inversión empresarial en investigación y desarrollo (R&D): ¿estrategia empresarial para el siglo XXI en Puerto Rico? *Forum Empresarial*, 18(1), pp. 1-25. Recuperado en <http://forum-empresarial.uprrp.edu/volumenes/18-1/1.pdf>.
- Lobato Vico, M. y Vega Torres, J. (2014). Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial. San Juan: Consejo de Educación de Puerto Rico. Recuperado en: [www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20\(2014\).pdf](http://www2.pr.gov/agencias/cepr/inicio/Investigacion/Documents/Publicaciones/Investigacion%20-%20Manuel%20Lobato,%20Ph.D%20(2014).pdf).
- Lorenz, E. y Valeyre, A. (2007). Organizational form and innovative performance: a comparison of the EU-15. En Lorenz, E. y Lundvall, B. Å. (eds.) *How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models*. pp. 140-161. Oxford: Oxford University Press.
- Lundvall, B. Å. (ed.) (1992). *National Systems of Innovations: Towards a Theory of Innovations and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Lundvall, B. Å. (2007 enero). Higher education, innovation and economic development. *Paper prepared for the World Bank's Regional Bank Conference on Development Economics*. Beijing. pp. 16-17.
- Lundvall, B. Å. (2007). National innovation systems: analytical concept and development tool, *Industry & Innovation*, 14(1), pp.95-119.
- Lundvall, B. Å. y Borrás, S. (2005). Science, technology, and innovation policy. En Fagerberg, J., Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, pp. 599-627. Oxford: Oxford University Press.
- Lundvall, B. Å. y Johnson, B. (1994). The Learning Economy, *Journal of Industry Studies*, 1(2), pp. 23-42.
- Lundvall, B. Å., Joseph, K. L., Chaminade, C. y Vang, J. (eds.) (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Lundvall, B. Å. y Tomlinson, M. (2002). International Benchmarking as a policy learning tool. En Lundvall, B. Å. y Rodrigues, M. J., (eds.) *The New Knowledge Economy in Europe: A strategy for international competitiveness and social cohesion*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.

- Mailhot, C. y Schaeffer, V. (2010). Universities Specificities and the Emergence of a Global Model of University: how to manage These Contradictory Realities. En Llerena, P. y Matt, M. (eds.) *Innovation Policy in a Knowledge-Base Economy: Theory and Practice*, Berlin: Springer-Verlag,
- Maldonado, A.W. (1997). *Teodoro Moscoso and Puerto Rico's Operation Bootstrap*. Florida: University Press of Florida.
- Malerba, F. y Vernotas, N. S. (eds.) (2009). *Innovation Networks in Industries*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Mansfield, E. y Lee, J. Y. (1996). The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support. *Research Policy*, 25(7), pp.1047-1058.
- Makusen, A. (2003). Fuzzy Concepts, Scanty Evidence, Policy Distance: The Case for Rigours and Policy Relevance in Critical Regional Studies. *Regional Studies*, 37(6), p. 701.
- Maureen McKelvey (1997). Using Evolutionary Theory to Define Systems of Innovation. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*. p. 201. London: Pinter.
- Mazzucato, M. (2015). The Innovative State. *Foreign Affairs*, 94(1), pp.61-68
- Meléndez, E. y Ruíz, A. L. (1998). *Economic Effects of the Political Options of Puerto Rico*. San Germán, PR: Centro de Publicaciones, Universidad Interamericana.
- Mercier-Laurent, E. (2011). *Innovation Ecosystems*. NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Mitchie, J. y Sheehan, M. (2003). Labour market deregulation, "Flexibility" and Innovation. *Cambridge Journal of Economics*, 27(1), pp. 123-143.
- Miller, R. (1999). US Possessions Corporations, 1995. *SOI Bulletin*, Summer, pp. 168-184.
- Morales, M. A. (1987). El Servilismo del Estado, la Cultura de Autoridad y la Incoherencia de la Administración Pública en Puerto Rico. *Universidad de Puerto Rico, Revista de Administración Pública*, 19 (2), pp.27-36.
- Morales, M. A. (Ed.) (1994). *Competitividad, Estrategias y un Modelo Económico Alternativo para Puerto Rico*. San Juan: Puerto Rico 2000, Inc.

- Morgan, K. y Neuwelaer, C. (1998). *Regional Innovation Strategies: The Challenge for Less Favoured Regions*, London: Jessica Kingsley.
- Moulet, F. y Sekia, F. (2003). Territorial innovation models: a critical survey, *Regional Studies*, 37(3), pp. 289-302.
- Mowery, D. C. y Oxley, J. E. (1995). Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems. *Cambridge Journal of Economics* 19 (1), pp. 67-93. En Mytelka, L. y Farinelli, F. (2000). *Local clusters, innovation systems and sustained competitiveness*.
- Mowery, D. C. y Sampat, B. N. (2005). Universities in National Innovation Systems, En Fagerberg, J., Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (eds.), *The Oxford Hand Book of Innovation*. Oxford: Oxford University Press. pp. 209-290.
- Muriente Pérez, J. A. (2007). *Ambiente y desarrollo en el Puerto Rico contemporáneo, Impacto ambiental de la Operación Manos a la Obra en la Región Norte de Puerto Rico: Análisis geográfico – histórico*. San Juan: Publicaciones Gaviota.
- Mytelka, L. K. (1998, October). Competition, innovation, and competitiveness, learning to innovate under conditions of dynamic industrial change. In International Conference, The Economics of Industrial Structure and Innovation Dynamics. pp. 16-17.
- Nagji, B. y Tuff, G. (2012). Managing Your Innovation Portfolio, *Harvard Business Review*, mayo. pp. 67-71.
- Narin, F., Hamilton, K.S. y Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26(3), pp. 317-330.
- Navarro, M. (2009). Los sistemas regionales de innovación. Una visión crítica, *Ekonomiaz*, 70(1), pp. 24-59.
- Nelson, R. R. (ed) (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. y Rosenberg, N. (1993). Technical Innovation and National Systems. En Nelson, R.R. (ed.). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press. pp. 3-21.
- Negrón, E. G. (1998). Tax Related Industrial Incentive Impact of Political Status Options for Puerto Rico. En Meléndez, E. y Ruíz, A. L., *Economic Effects of the Political Options of Puerto Rico*. San Germán, PR: Centro de Publicaciones Universidad Interamericana.

- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OCDE (1999). *Managing National Innovation Systems*. Paris: OECD.
- OCDE (2006). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (3a. ed.). Grupo Tragsa, S.A.
- OCDE (2010). *The OECD Innovation Strategy*. Paris: OECD
- Okimoto, D. (1987). *Between MITI and the Market: Japanese Industrial Policy for High Technology*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- OCDE (2011). ISIC Rev. 3. *Technology Intensity Definition, Clasification of Manufacturing industries into Categories base on R&D intensities*. Recuperado en: www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf
- Ordóñez De Palos, P., Lee, W.B. y Zhao, J. (eds.) (2011). *Regional Innovation Systems and Sustainable Development: Emerging Technologies, Information Science Reference*. Pennsylvania: IGI Global.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), pp. 343-373.
- Pavitt, K. y Patel, P. (2000). Empresas globales y sistemas nacionales de innovación: ¿Quién domina a quién?. En Molero, J., *Competencia global y cambio tecnológico*. Madrid: Pirámide. pp. 71-102.
- Pellegrin, J. (2007). Regional Innovation Strategies in the EU or Regionalized EU Innovation Strategy? *Innovation. The European Journal of Social Science Research*, 20(3), pp. 203-221.
- Perloff, H. y Picó, R. (1951). *Economic Development of Puerto Rico 1940-1950, 1951-1960*. San Juan: Office of the Governor, Puerto Rico Planning Board, Economic Division.
- Perloff, H. S. (1950). *Puerto Rico's Economic Future: A Study in Planned Development*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Perry, B. y May, T. (2007). Governance, Science. Policy and regions: an introduction, *Regional Studies*, 41(8), pp. 1039-1050.
- Pirnay, F., Surrlemont, B. y Nlemvo, F. (2003). Toward a typology of University Spin-off, *Small Business Economics*, 21(4), pp. 355-369.
- Polley, D. E., Garud, R., y Venkataraman, S. (1999). *The Innovation Journey*. New York: Oxford University Press.

- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York, NY: The Free Press.
- Porter, M. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*. Recuperado en: <http://hbr.org/1998/11//clusters-and-the-new-economics-of-competition>.
- Porter, M. y Stern, S. (1999). The new Challenge to America`s Prosperity: Findings from the innovation Index. Washington, DC: Council on Competitiveness.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2008). *Annual Report*. San Juan.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2009). *Annual Report*. San Juan.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2010). *Annual Report*. San Juan.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2011). *Annual Report*. San Juan.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2012). *Annual Report*. San Juan.
- Puerto Rico Science, Technology & Research Trust (2013). *Annual Report*. San Juan.
- Quintero Rivera, A. G. (1976). *Conflictos de clase y política en Puerto Rico*. San Juan: Huracán.
- Quintero Rivera, A. G. (ed.) (2001). *Historia del Caribe*. España: Critica.
- Raffucci, C. I. (1981). *El gobierno civil y la Ley Foraker*. San Juan: Editorial Universitaria, Universidad de Puerto Rico.
- Reinert, E. S. (1995). Competitiveness and its predecessors-a 500-year cross-national perspective. *Structural Change and Economic Dynamics*, 6(1), pp. 23-42.
- Rip, A. (2002). Regional innovation systems and the advent of strategic science. *Journal of Technology Transfer*, 27(1), pp. 123-131.
- Rodrik, D. (2004). Industrial Policy for the Twenty-First Century. *Discussion Paper for UNIDO*. Recuperado en: www.sss.ias.edu/files/pdfs/Rodrik/Research/industrial-policy-twenty-first-century.pdf.
- Ross, D. F. (1966). *The Long Uphill Path: A Historical Study of Puerto Rico`s Program of Economic Development*. San Juan: Talleres Graficos Interamericanos, Inc.

- Ruíz, A. L. [199_]. *Essays on the Structure of the Puerto Rican Economy*. Centro de Economía Aplicada, San Juan: Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto Metropolitano, I, II, III.
- Ruíz, A. L. (2011). La Balanza de Pagos de Puerto Rico. Estudio preparado para la Junta de Planificación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. San Juan.
- Sánchez Mariñez, J. (2010). El Caso de Puerto Rico. En Santelices, B. (ed.) *El rol de las universidades en el Desarrollo científico y tecnológico: Educación Superior en Iberoamerica, Informe 2010*. Centro Interuniversitario de Desarrollo, Universia. Santiago de Chile: RIL Editores, pp. 217-221.
- Sánchez Medina, A. J., Melian Gonzáles, A. y García Falcón, J. M. (2007). Intellectual Capital and Sustainable Development on Island: An Application to the Case of Gran Canaria, *Regional Studies*, 41(4), pp. 473-487.
- Scarano, F. A. (2008). *Puerto Rico: Cinco siglos de historia*. Mexico D. F.: McGraw-Hill Interamericana (3ra ed.)
- Schermerhorn, J. (2013). *Management*. NJ: John Wiley & Sons, Inc. (12da ed.)
- Schumpeter, J. (1975). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York, NY: Harper-Perennial.
- Sharif, N. (2006). Emergence and Development of the National Innovation Systems Approach, *Research Policy*, 35(5), pp. 745 -766.
- Sharif, T. R. M. y Ahmed, J. U. (2006). Structuring ‘Special Technology Infrastructures (STI’s): A Conceptual Proposition, *South Asian Journal of Management*, 13(2), pp. 36-65.
- Sharma, A. (2005) *Social Networks*, Austin, TX: University of Texas.
- Shepherd, C. y Ahmed, P. K. (2000). From product innovation to solutions innovation: a new paradigm for competitive advantage. *European Journal of Innovation Management*, 3(2), pp. 100-106.
- Smith, K. (2000 Junio). What is “The Knowledge Economy”? Knowledge intensive industries and distributed knowledge bases. *Paper presented at the DRUID Summer Conference on The Learning Economy- firms, regions and nations specific institutions*. Dinamarca: Aalborg University.
- Srinivas, S. y Stuz, J. (2008). Developing countries and innovation: Searching for a new Approach. *Technology in Society*, 30(2), pp. 129-140

- Sternberg, R. G. (1996). Government R&D expenditure and space: empirical evidence from five industrialized countries, *Research Policy*, 25(5), pp. 741-758.
- Storper, M. (1997). *The Regional World: Territorial development in a global economy*. New York, NY: Guilford.
- Strambach, S. (1998, August). Knowledge-intensive business services as an element of learning regions-the case of Baden-Wurttemberg. In ERSA conference papers (No. ersa 98 p. 355). European Regional Science Association.
- Swann, G.M.P. (2009). *The Economics of Innovation: An Introduction*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited
- Taylor, M. C. (1957). *Industrial Tax Exemption in Puerto Rico: A Case Study of the Use of Tax Subsidies for Industrializing Underdeveloped Areas*. Madison: Wisconsin University Press.
- Thurow, L. (1996). *El futuro del capitalismo*. Barcelona: Ariel.
- UNCTAD, Comparative diversification indices of merchandise exports and imports, 1995-2012.
Recuperado en: www.unctadstat.unctad.org/TablesViewer/tableView.aspx
- UNCTAD, Junta de Comercio y Desarrollo, Quinto periodo de sesiones, Ginebra mayo 2013, p. 3.
Recuperado en: www.unctad.org/meetings/es/SesionalDocuments/ciid21_sp.pdf
- U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of the United States (1951, pp. 167-208 y 1967, pp. 217-251).
- U.S. Bureau of Labor Statistics, Quarterly Census of Employment and Wages. December 2013. Recuperado en: www.bls.gov/eag/cew/apps/data_views/data_views.htm
- U.S. Bureau of Labor Statistics, Economy at glance Puerto Rico, April 2014.
Recuperado en: www.bls.gov/eag/eag.pr.htm
- U.S. Code Congressional and Administrative News (1993). 107 Stat. 489-490.
Pub. L. 103-66, Sec. 13227.
- U.S. Code Congressional and Administrative News (1996). 110 Stat. 1322-3008.
Pub. L. 104-188, Sec. 1601.
- U.S. Code Congressional and Administrative News (2004). 118 Stat. 1418-2808,
Pub. L.108-357, Sec. 402.

- U. S. Code Services, Title 35, Part II, Chapter 18. USPTO Patents by Country, States, and Year-Utility Patents, December 2012.
Recuperado en: www.uspto.gov/web/office/ac/ido/oeip/taf/cst_utl.htm
- U.S. Statutes at Large (1939). Vol. 53, Part 1, Internal Revenue Code, pp. 78-79.
- U.S. Statutes at Large (1976). Vol. 90, Part 2, 90 Stat. 1645-1646.
- USCA, Title 26, Internal Revenue Code, Chapter 1, Income Taxes, Section 931, pp. 291-302.
- USCA, Title 26, Internal Revenue Code, Chapter 1, Income Taxes, Section 936. pp. 315-353.
- Utz, A. y Dahlman, C. (2007). Promoting inclusive innovation in India. En Dutz, M. A. (ed.). *Unleashing India 's Innovation: Toward Sustainable and Inclusive growth*, (pp.105-128) Washington, DC: World Bank.
- Uyarra, E. y Flanagan, K. (2009). La relevancia del concepto 'sistema regional de innovación' para la formulación de la política de innovación. *Ekonomiaz*, 70(1), pp. 150-169.
- Viale, R. y Etzkowitz, H. (eds.) (2010). *The capitalization of knowledge. A triple Helix of University-Industry-Government*. Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Vavakova, B. (1998). The new social contract between government, universities and society: Has the old one failed?, *Minerva*, 36, pp. 209-228.
- Villamil, J. (2013). Perfil de la Empresa Local en Puerto Rico. *Informe preparado para la Asociación de Productos de Puerto Rico*. San Juan: Estudios Técnicos, Inc.
- Vincent, P. (2006). Evaluation of Return on Investment in a Research Funding Organization. Human Frontier Science Program.
Recuperado en: www.nsf.gov/oig/hague_presentations/vincent.pdf
- Wang, N. y Hagedoorn, J. (2014). The lag structure of the relationship between patenting and internal R&D revisited. *Research Policy* 43(8). pp. 1275-1285.

Warner, J. C. y otros. (1967). Science and Technology in Support of Puerto Rico`s Economic Development, Committee on the Scientific and Technologic Base of Puerto Rico`s Economy, National Academy of Sciences and National Academy of Engineering. Recuperado en:

http://books.google.com.pr/books?id=NWYrAAAAYAAJ&pg=PR5&lpg=PR5&dq=science+and+technology+in+support+of+Puerto+Rico+economic+development&source=bl&ots=O1PmCtYjKM&sig=7xicWyLO0AikT6ekcrk2jBu_pFc&hl=en&sa=X&ei=jjA7UqeuAoPo8gTp4IDYDQ&redir_esc=y#v=onepage&q=science%20and%20technology%20in%20support%20of%20Puerto%20Rico%20economic%20development&f=false.

World Economic Forum. The Global Competitiveness Report 2013-2014.

Country / Economy Profiles. Recuperado en:

www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf.

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Publicaciones registradas por año 2009-2013	109
Tabla 2: Características comparadas de los sistemas nacionales de innovación de Puerto Rico, Estados Unidos, País Vasco y Unión Europea, 2012.....	111
Tabla 3: Gasto para el año fiscal 2012 de las universidades de Puerto Rico en I+D	116
Tabla 4: Gasto por las FFRDC's por año y son administrados por las universidades en los EE.UU	118
Tabla 5: Alumnos para el 2011, realizando estudios post doctorales por institución y áreas de estudio.....	120
Tabla 6: Alumnos para el 2012 realizando estudios doctorales, por institución y áreas de especialidad de estudio	121
Tabla 7: Inversión total en I+D por año fiscal de los EE.UU en las universidades de Puerto Rico.....	123
Tabla 8: Personal universitario dedicado a I+D en Puerto Rico, año fiscal 2012	124
Tabla 9: Fondos propios invertidos por las universidades en I+D para el 2012.....	126
Tabla 10: Fondos de la UPR por actividad y área de investigación para el 2012.....	127
Tabla 11: Inversión total por área de estudio en las universidades de Puerto Rico en I+D para el año fiscal 2011	129
Tabla 12: Inversión total por área de estudio en las universidades de Puerto Rico en I+D para el año fiscal 2012	130
Tabla 13: Gasto en I+D en el área de ingeniería en las universidades de Puerto Rico.....	132

Tabla 14: Artículos revisados en revistas especializadas por año	135
Tabla 15: Publicaciones por año de las investigaciones del Observatorio de Arecibo	138
Tabla 16: Proyectos locales de incubación en ViTEC2.....	140
Tabla 17: Proyectos promovidos por PRTEC.....	143
Tabla 18: Manufactura de la Isla clasificada por tecnología en cantidades en dólares.....	149
Tabla 19: Exportaciones e Importaciones de empresas de manufactura locales y no locales por año fiscal.....	151
Tabla 20: Composición de las empresas del sector farmacéutico con operación en Puerto Rico	154
Tabla 21: Composición de las empresas del sector instrumentación médica con operación en Puerto Rico.....	156
Tabla 22: Composición de las empresas del sector electrónico con operación en Puerto Rico	157
Tabla 23: Composición de la empresas del sector de <i>software</i> con operación en Puerto Rico	157
Tabla 24: Inversión en I+D de filiales de empresas de Estados Unidos en Puerto Rico para el 2009	165
Tabla 25: Créditos contributivos por gastos en I+D reclamados por las empresas, por año al amparo de la Ley 73	173
Tabla 26: Asignación de capital por el Fideicomiso (PRSTRT) durante el 2012-2013	186

Tabla 27: Patentes otorgadas y clasificadas por código de producto por año217

Tabla 28: Exportaciones e importaciones por código de producto y
clasificación de tecnología años fiscales 2012 y 2013.....219

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1: Capital norteamericano en las exportaciones de Puerto Rico hacia los Estados Unidos los años 1900-1910	75
Gráfica 2: Población de Puerto Rico en números absolutos para los años 1899-2010	86
Gráfica 3: Población de Puerto Rico en por ciento para los años 1940-2013.....	87
Gráfica 4: Producto Nacional Bruto de Puerto Rico para los años 1940-2013	89
Gráfica 5: Producto Nacional Bruto Per Cápita de Puerto Rico para los años 1940-2013	90
Gráfica 6: Patentes de la Universidad de Puerto Rico por año académico.....	134
Gráfica 7: Cantidad de empresas de manufactura locales y no locales por año	150
Gráfica 8: Distribución de las exportaciones totales de los sectores manufactureros del año fiscal 2013	152
Gráfica 9: Gasto en I+D por sector y actividad para el 2012-2013	167
Gráfica 10: Personal dedicado a tareas de investigación por número de empleados de la empresa.....	170
Gráfica 11: Personal dedicado a la investigación por sector industrial de alta tecnología	171
Gráfica 12: Áreas de formación que se están impulsando y la inversión en capital humano en el 2012.....	181
Gráfica 13: Publicaciones científicas en <i>Journals</i> indexadas en los EE.UU. el área de ciencias.....	213

Gráfica 14: Patentes solicitadas y otorgadas con origen en Puerto Rico, por año.....216