

ANEXO A. ARTÍCULO PUBLICABLE

ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA NACIONAL DE COLOMBIA EN DOS SECTORES

Andrés Felipe Valle Pérez
Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia
andres.valle@epm.com.co

Resumen: En este artículo se presenta el estudio comparativo del Sistema Nacional de Innovación de Colombia en dos sectores económicos con respecto a los mismos dos sectores económicos en otros dos países, en este caso Australia y Estados Unidos, se presentará además un estado del arte del sistema en Colombia, mostrando sus fortalezas y debilidades, y sus respectivas comparaciones en cuanto a indicadores y entidades del sistema con respecto a los dos países mencionados.

Abstract: This article presents the comparative study of the Colombian National Innovation System in two different economic areas with the same economic areas in another countries, in this case Australia and United States, it will also present the state of art of the Colombian system, showing its strengths and weaknesses, and its comparisons in terms of indicators and institutions of the system regarding the two other countries.

Keywords: Indicador, Sistema de Innovación, I+D, I+D+i, Innovación, ACTI, Clúster.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas nacionales y regionales de innovación se constituyen en una de las mejores formas de comprender las trayectorias de Desarrollo Económico y Bienestar Social en cualquier parte del mundo.

Los agentes internacionales cada vez más van creciendo en su importancia para apoyar en este enfoque, además de factores internos, tales como los sistemas nacionales de educación, las relaciones de las industrias del mismo sector, instituciones científicas, políticas gubernamentales y tradiciones culturales; todos estos factores influyen directamente en los

sistemas de innovación tanto regionales como nacionales.

Es importante tener en cuenta el componente social, es decir, el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación está muy dirigido al entorno social donde en los países de alto desarrollo tecnológico es un parámetro de alta importancia.

Siempre que se revisan todas las entidades y los indicadores involucrados en el Sistema Nacional de Innovación se tiene en cuenta que con todos los avances y estrategias que se estén haciendo ayuden o mejoren la parte social de la región o el País.

2. DEFINICIONES

A lo largo del tiempo varios autores han definido el concepto de Sistema Nacional de Innovación según sus propios puntos de vista, pero al final, todos terminan llegando a la misma conclusión, estos sistemas sirven para mostrar la dinámica de innovación de un país, que entidades participan en ella y cuáles son los indicadores de dicha dinámica.

- Es una red de instituciones en los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones promueven, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías. Christopher Freeman - 1987.
- Son los elementos y las relaciones que interactúan con la producción, difusión y utilización de nuevos, y económicamente útiles, conocimientos, y se encuentran dentro de las fronteras de un Estado-Nación. Bengt-Åke Lundvall - 1992.
- Son un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan los resultados de la innovación, de las firmas nacionales. Richard Nelson - 1993.



Fig1. Sistema Nacional de Innovación.

2.1. Importancia

La importancia de contar con un Sistema Nacional de Innovación se ve en el desarrollo económico y social, es decir, estos dos factores son los pilares fundamentales en todas las sociedades y deben ir ligados con los avances tecnológicos de estas.

Para esto el Sistema Nacional de Innovación muestra indicadores, empresas, egresado profesionales, con maestría o con doctorado, sectores, etc. Es decir, muestra tanto el nivel social como económico, y con esto las empresas ya saben que caminos y que estrategias pueden tener innovaciones importantes tanto en sus productos como en sus procesos.

En casi todos los países de mayor crecimiento, los Sistemas Nacionales de Innovación se manejan como una política de Estado de largo plazo. La innovación se considera entonces un asunto crucial de la agenda pública, en cabeza de los presidentes, ministros y directores de entidades públicas, los cuales adoptan esta estrategia como máxima prioridad para generar riqueza, bienestar y empleo para la población, de aquí la gran importancia que se le da a estos sistemas.

2.2. Indicadores

Los indicadores en los Sistemas Nacionales de Innovación son quizás la parte de mayor importancia, son la razón de ser de estos sistemas.

Los indicadores son la forma en que se muestran los resultados y las mediciones en todos los sectores, son entonces los que dan las pautas para los creadores de las políticas para poder hacer su labor y mejorar los índices que no presenten buenos resultados.

Entre los indicadores más importante se encuentran los de output, los de aprendizaje, los de dinámica o velocidad, la eficiencia, el flujo de conocimiento y de información, todos estos indicadores muestran las fortalezas y las debilidades de un Sistema Nacional de Innovación.

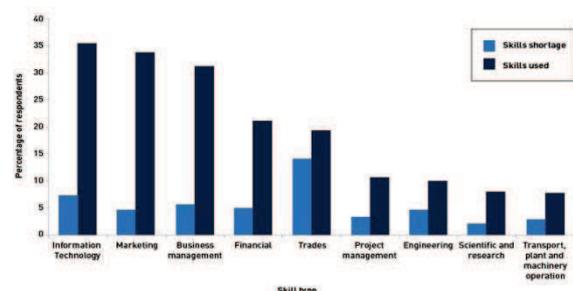


Fig2. Ejemplo indicador de aprendizaje.

2.3. Instituciones y entidades

Estas son las encargadas de darle movimiento al Sistema de Innovación, es decir, en estas es donde se hacen directamente las innovaciones, o son quienes las propician mediante financiación, o son quienes las divulgan y las sacan al mercado.

Un buen engranaje entre estas entidades fortalece aun más el Sistema de Innovación, ya que se mejoran los indicadores y la velocidad y dinámica del sistema se vuelve muy rápida.

3. SNI COLOMBIANO

Desde el año 2009, y gracias a la entrada en vigencia de la Ley 1286, en Colombia se denomina como Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, SNCTI, con el fin de integrar las ACTI, bajo un marco donde empresas, estado e instituciones educativas interactúen en función de los fines de dicha Ley.

Lo que se busca con este es mejorar la competitividad del país, mejorar el desarrollo económico, social, científico y tecnológico, a partir de buenas prácticas innovadoras, de mejores relaciones entre sector privado y público, universidades, centros de I+D, en fin, este busca generar estrategias para que estas entidades trabajando juntas puedan lograr mejorar todos los entornos del país.

3.1. Instituciones del SNI de Colombia

El Sistema Nacional de Innovación de Colombia tiene varias entidades asociadas directamente con él, además de todas las instituciones educativas, empresas y clústeres, que son agentes que actúan dentro del SNCTI.

Entre las entidades que actúan de forma más directa podemos contar con las dos más importantes: Colciencias y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Colciencias trabaja de forma directa con todas las entidades asociadas el Sistema Nacional de Innovación, con las empresas de base tecnológica, con las universidades, con los centros de investigación, desarrollo e innovación, I+D+i; además Colciencias busca unir estas diferentes entidades, crear interacciones entre ellos, dependiendo del sector

productivo y de la región del país, y así conformar el Sistema Nacional de Innovación Colombiano.

3.2. Indicadores del SNI de Colombia

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología es el encargado de mostrar estos indicadores, no solo a Colciencias, sino al público en general, ya que cualquier persona que desee consultar dichos indicadores lo podrá hacer sin problema alguno.

Los indicadores del SNI de Colombia no son muy sólidos y en ciertos aspectos son unos de los que están en los niveles más bajos, es por esto que se hacen las comparaciones con sistemas que tengan indicadores más fuertes y con valores más altos.

Algunos ejemplos de los indicadores del SNI de Colombia son:

País-región / Country-Region	Año / Year			
	2004	2005	2006	2007
Argentina	0,49%	0,53%	0,58%	0,61%
Brasil	1,24%	1,27%	1,28%	1,46%
Canadá ¹	2,08%	2,05%	1,98%	1,88%
Chile ¹	0,67%	n.d.	n.d.	n.d.
Colombia	0,40%	0,46%	0,42%	0,41%
Cuba	0,93%	0,84%	0,69%	0,72%
Ecuador	0,07%	0,06%	0,20%	0,23%
España ¹	1,06%	1,12%	1,20%	1,27%
Estados Unidos ¹	2,67%	2,60%	2,60%	2,66%
México	0,75%	0,80%	0,78%	0,81%
Panamá	0,90%	0,70%	0,68%	0,50%
Trinidad y Tobago	0,25%	0,28%	0,21%	0,17%
Venezuela	0,25%	0,35%	1,78%	2,69%
América Latina y el Caribe	0,72%	0,77%	0,87%	1,09%

Fig3. Inversión del PIB en ACTI en Colombia.

Institución oferente Offering Institution	Maestría Master	Doctorado Doctoral
Icetex	1.478	232
Colfuturo	955	169
Colciencias	22	803
Comisión Fulbright Colombia	89	73
Banco de la República	35	47
DNP	38	6
Fundación Mazda	31	8
Colciencias-Fulbright-DNP	6	28
British Council	7	0
Total	2.661	1.366

Fig4. Becas y créditos para maestrías y doctorados.

3.3. Estado del arte del SNI Colombia

El Sistema Nacional de Innovación de Colombia según los indicadores, y los reportes entregados por Colciencias, se encuentra en estos momentos en una baja posición, respecto de otros países.

Hay que analizar todos los indicadores como la inversión del PIB, la inversión en educación, el número de graduados de niveles superiores de educación, los cuales tienen valores muy bajos y deben ser mejorados de tal forma que se fortalezca.

En cuanto a las instituciones y entidades que participan en el sistema, Colombia tiene una cierta estructura ya funcionando, con funciones ya repartidas y con todas haciendo lo que les compete, pero que en comparación con otros países todavía falta.

4. SNI AUSTRALIA Vs SNI COLOMBIA

Esta comparación le sirve a Colombia para ver en que puede estar fallando o que puede comenzar a hacer o a reforzar en cuanto a temas de innovación se refiere, por ejemplo, la inversión, en las organizaciones y en la educación.

4.1. SNI Australia

El sistema australiano se caracterizó inicialmente por los bajos niveles de inversión en I+D, la gran participación del gobierno en el financiamiento y la investigación, baja participación del sector privado en I+D, y esto conllevaba a una alta dependencia de la tecnología extranjera.

En este entonces Australia se encontraba de cierta forma como Colombia, como un país emergiendo de un largo periodo en el cual su competencia en los mercados internacionales era muy poca, gracias a que estaban muy cerrados a los negocios internacionales y a los tratados comerciales. Desde entonces su economía nacional se ha convertido en una economía fuerte y estable, abierta a los tratados comerciales y con esto a los flujos de conocimiento y recursos que están con estos tratados.

4.2. Instituciones del SNI Australia

Ambos países cuentan con sus respectivos departamentos o instituciones gubernamentales encargadas de crear las políticas y fomentar la innovación.

Colombia cuenta con Colciencias, Australia cuenta con el “*Department of Innovation Industry, Science and Research*”, el Departamento de Innovación de la Industria, la Ciencia y la Investigación, el cual al igual que el colombiano son entidades regidas por el propio gobierno.

4.3. Indicadores SNI Australia

Los indicadores del sistema australiano son mucho más sólidos y tienen valores más altos que los del sistema colombiano, esto es solo un indicio de donde se debe fijar Colombia y que es lo que debe mejorar.

Por ejemplo, la inversión del PIB en actividades de innovación, los valores de educación y el número de patentes son de los principales y mejor calificados en Australia.

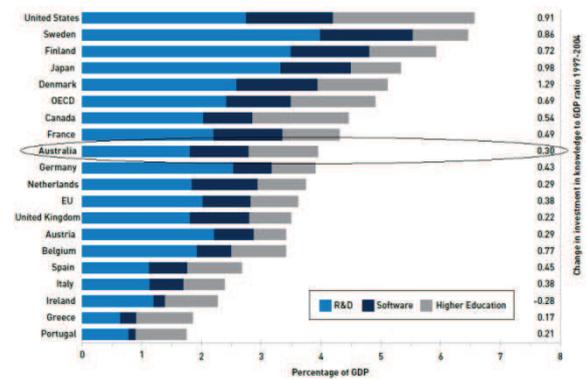


Fig5. Inversión del PIB en innovación de Australia.

Indicators	Latest Figure	Reference Year	OECD Ranking	Gap from the Top Five OECD Performers	Data Source
Australian patents granted by IP Australia	1,130	2007	- ¹⁰	-	(11)
Australian designs certified by IP Australia	429	2007	-	-	(11)
Australian trademark applications to IP Australia	43,207	2007	-	-	(11)
Share of world tradic patent families	0.68%	2007	14 ^a	95.8%	(2)
Triadic patent families per million population	16.6	2007	18 ^a	82.1%	(2)
Share of world patent applications filed under PCT	1.33%	2007	12 ^a	90.2%	(3)
Patent applications filed under PCT per million population	64.9	2007	15 ^a	64.3%	(3)
Trademark registrations per million population	1,698	2008	7 ^a	66.3%	(4)
Industrial design registrations per million population	177	2008	13 ^a	77.2%	(4)

Fig6. Ranking de Australia en patentes y modelos de innovación en la OECD.

4.4. Análisis comparativo

Ambos países tienen muchas similitudes y por tanto se puede hacer un análisis de los dos sistemas, por ejemplo, los comienzos del Sistema de Innovación de Australia muestran de alguna forma el estado actual del Sistema de Innovación de Colombia y se ve como el sistema de Australia ha crecido tanto en los últimos años que cabe pensar que en Colombia se podría hacer algo similar.

En el sector productivo donde se encuentran más similitudes entre ambos es en el sector agrícola, ya que ambos países basan su economía en gran parte en estos sectores, por lo tanto la innovación en estos es fundamental para ambos países, por ejemplo, Australia centra gran parte de su atención en innovaciones de producto, pero más que nada de proceso para sus diferentes productos agrícolas, casos en los cuales Colombia se puede fijar, ya que si bien no son los mismos si se pueden copiar muchos de sus procesos y métodos.

En cuanto a las instituciones involucradas en el Sistema de Innovación Colombia no está muy lejos de Australia, es decir, el propio departamento colombiano para la ciencia, la tecnología y la innovación, Colciencias, tiene funciones muy similares a las de su similar, en cuanto al manejo de los proyectos de innovación, las convocatorias, la creación de estrategias para la innovación, la generación de becas, etc.

En cuanto a los indicadores, se pueden comparar factores como la inversión en educación, en I+D, en innovación, el número de patentes e innovaciones, el número de publicaciones, el número de investigadores, etc.

Acá es donde se ven las grandes diferencias entre los dos sistemas y donde más se le pueden marcar los cambios al sistema colombiano con base en los indicadores australianos, que son más altos y más sólidos.

5. SNI USA Vs SNI COLOMBIA

El Sistema Nacional de Innovación de los Estados Unidos de América ha tenido una gran evolución a través de los años, comenzando como muchos avances tecnológicos gracias a las diferentes guerras en las que han estado involucrados.

Esta evolución le puede dar pautas y caminos a Colombia de cómo mejorar su Sistema de Innovación.

5.1. SNI Estados Unidos

Estados Unidos cuenta en su Sistema de Innovación con cuatro pilares fundamentales para su funcionamiento:

- **Incentivos:** Las compañías y los emprendedores en los Estados Unidos tienen, en una medida justa y razonable, el derecho a recibir incentivos por sus desarrollos e innovaciones.
- **Apoyo del gobierno:** Los inventores o innovadores en los Estados Unidos no siempre obtienen gran cantidad de ganancias económicas por sus innovaciones, por lo tanto sin inversión pública, los limitados beneficios económicos que recibirían los innovadores provocarían una menor producción de la óptima.
- **Combinación entre negocios emprendedores y grandes firmas:** Se tiene claro que las innovaciones desarrolladas por los pequeños innovadores o pequeñas empresas emprendedoras, desarrollan innovaciones o nuevas tecnologías que aparentemente algunas veces emergen con más dificultad que las de las grandes firmas.
- **Instituciones y sociedad:** Es el buen funcionamiento de los sistemas legales, sociales y de infraestructura, las cuales no impiden la formación de las empresas y su operación; mantienen unas regulaciones estables; proveen grandes oportunidades para la educación; y también mantienen una cultura en la cual la I+D y la innovación son apreciadas y respetadas.

5.2. Instituciones del SNI Estados Unidos

En el sector energético, ambos países cuentan con sus instituciones o entidades encargadas de manejar el Sistema de Innovación de este sector, por ejemplo, Colombia tiene a Colciencias, aunque esta no solo maneja la innovación del sector energético, sino que este se encuentra contenido en un apartado de Minería y energía, aparte de esto, también están los grupos de investigación de universidades, el clúster de energía de Medellín, etc.

En Estados Unidos existe el DOE, *Department of energy*, el cual es el equivalente al ministerio de minas y energía de Colombia en combinación con Colciencias.

Este departamento gubernamental se encarga entonces de los avances tecnológicos en el sector energético además de promover la innovación en este sector en los Estados Unidos, esto es muy similar a lo que realiza en Colombia Colciencias, además de esto, también realiza las funciones similares al ministerio de energía, en cuanto a regulaciones y normatividad.

5.3. Indicadores SNI Estados Unidos

Los indicadores dan puntos de referencia más directos para realizar comparaciones entre los dos Sistemas de Innovación, estos indicadores muestran entonces factores como la inversión de los países en actividades de ciencia y tecnología, en educación, los indicadores propios del sector energético, etc.

Si bien no se pueden comparar los dos países directamente, debido al PIB y al presupuesto anual que manejan cada uno, si se puede hacer una comparación porcentual, con el fin de mirar que tanta importancia se le da a la innovación en ambos países.

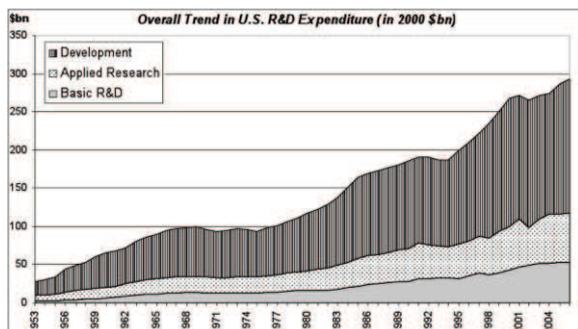


Fig7. Financiación en I+D en USA.

	(\$ mil)	Percent
Defense (DOD)	79,009	54.9%
Health & Human Services (HHS)	29,621	20.6%
NASA	11,582	8.0%
Energy (DOE)	9,035	6.3%
National Science Foundation (NSF)	4,440	3.1%
Agriculture (USDA)	2,275	1.6%
Other	1,113	0.8%
Commerce	1,073	0.7%
Homeland Security (DHS)	996	0.7%
Veteran Affairs (VA)	819	0.6%
Transportation (DOT)	767	0.5%
Interior	647	0.4%
Environmental Protection Agency (EPA)	557	0.4%

Fig8. Inversión I+D por agencia en USA.

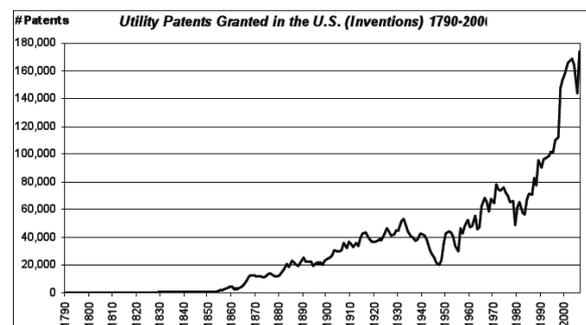


Fig9. Patentes otorgadas en USA.

5.4. Análisis comparativo

Estados Unidos es uno de los países con mejor calidad de vida y mayor poder económico en el mundo, esto gracias a su Sistema de Innovación, en el cual, el desarrollo de patentes, las innovaciones radicales, la educación y la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, tienen unos indicadores muy sólidos que dan cuenta del nivel de este país.

Estados Unidos da gran importancia a todo lo relacionado con desarrollo tecnológico e innovación, esto se ve reflejado en el alto porcentaje del PIB que invierten en I+D+i y lo que invierten también en los diferentes departamentos. Colombia si bien no tiene el mismo poder económico, no le da la importancia a este tema como se debe y por tanto el Sistema de Innovación no crece al ritmo que se espera.

Estados Unidos en el sector energético, tiene un Sistema de Innovación más estructurado y organizado que Colombia, que en lugar de repartir funciones en varios entes del estado tiene todo reunido en uno solo, lo cual da un mejor y más óptimo rendimiento del sistema.

En Estados Unidos hay una cultura muy fuerte para patentar, cada vez que alguien o alguna empresa inventan algo, o crea un nuevo método o modelo de trabajo inmediatamente trata de aplicar por un patente, con el fin de proteger su idea y de recibir los beneficios económicos merecidos por su patente. Esta forma de actuar fortalece el Sistema de Innovación, ya que se muestran cada vez más innovaciones.

Este indicador es más débil en Colombia por varios motivos, y no se le da la importancia que se merece, ya que es la forma más tangible de mostrar las innovaciones creadas. Colombia al igual que en la comparación con Australia debe fortalecer este indicador y dejar el miedo que se tiene en ciertas ocasiones o por parte de ciertas empresas a patentar, y deben verlo como una forma de recibir más ganancias sobre sus productos además de proteger sus innovaciones.

6. CONCLUSIONES

El Sistema Nacional de Innovación de Colombia si bien ya está instalado hace algún tiempo, apenas está en etapa de crecimiento, por lo tanto tiene sus puntos a favor pero también tiene sus falencias, sobre todo si se presentan comparaciones con Sistemas de Innovación de otros países que ya están más maduros y por tanto tienen indicadores mucho más sólidos, Colombia debe entonces tomar estos países como espejos, si bien no es posible hacer exactamente lo mismo que hacen ellos, si por lo menos tratar de copiar ciertos modelos y ciertas maneras.

Una particularidad que se observa en las dos comparaciones es la inversión del PIB de los tres países en I+D+i o en ACTI, si bien no se puede comparar el PIB de los tres directamente si se puede hacer un análisis del porcentaje que cada uno de estos invierte en dichas actividades, por ejemplo en USA y Australia al ser países más desarrollados tienden a darle mayor importancia a los temas de innovación, ya que son consientes que la innovación es la base para el desarrollo económico y social, por lo tanto asignan un porcentaje considerable a la innovación; en Colombia por otro lado, no se invierte un porcentaje tan alto, esto debido a todas las situaciones que vive este país, como la violencia, la corrupción, etc. Aparte no se ha concientizado de la importancia de la innovación para el desarrollo social y económico.

Los indicadores de salida y el numero de innovaciones tanto radicales como incrementales muestran en números los resultados o el rendimiento del Sistema de Innovación, por ejemplo, las patentes, mientras que en otros países la cultura de patentar su trabajo es muy fuerte, en Colombia no tanto, esto hace difícil medir el resultado final de la innovación, ya que muchas cosas que se hacen en el país no se muestran.

REFERENCIAS

- Australian Government Department of innovation, industry, science and research. (2010). Australian Innovation System Report 2010 [online]. Australia: Australian Government. <Disponible en: <http://www.innovation.gov.au/Innovation/Policy/Documents/AustralianInnovationSystemReview2010.pdf>> [consulta: 18 Mar, 2011]
- Department of Education, Employment and Workplace Relations (2008). 2008 Full Year Student Summary Tables – All Higher Education Providers [online]. Australia: Australian Government. <Disponible en: <http://www.deewr.gov.au/HigherEducation/Publications/HEStatistics/Publications/Pages/2008FullYear.aspx>> [consulta en: 06 May 2011]
- Free Market Mojo (2009). R&D Spending Slows [online]. <Disponible en: <http://freemarketmojo.wordpress.com/2009/10/22/rd-spending-slows/>> [consulta en: 13 Jun 2011]
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2009). Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia 2009 [online]. Bogotá: OCyT. <Disponible en: http://www.ocyt.org.co/html/images/stories/documentos/COLOMBIA_2009_FINAL.pdf> [consulta: 12 Mar. 2011]
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1997). National Innovation System. Francia: OECD. <Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/35/56/2101733.pdf>> [consulta en: 05 Abr 2011]

SIMONS, K.L. y WALLS, J.L. (2008). The U.S. National Innovation System [online]. U.S.: University of Michigan. <Disponible en: <http://homepages.rpi.edu/~simonk/pdf/USNIS.pdf>> [consulta: 07 Jun. 2011]

Swedish Institute for Growth Policy Studies (2007). National Innovation System: Analytical Focusing Device and Policy Learning Tool. Sweden: ITPS. <Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.112.47933&rep=rep1&type=pdf>> [consulta en: 19 Abr 2011]