



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Oficina de Montevideo

Oficina Regional de Ciencias
para América Latina y el Caribe



Los ritmos de las políticas CTI y de sus paradigmas tecno-económicos/ organizacionales en ALC (1945–2030)

Apoya:



Guillermo A. Lemarchand



Publicado en 2016 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia y la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, UNESCO Montevideo, Luis Piera 1992, piso 2, 11200 Montevideo, Uruguay.

© UNESCO 2016



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

Ciencia, Tecnología & Innovación como ejes transversales de la agenda global de desarrollo sostenible e inclusivo hacia 2030

Bajo el título “Transformando nuestra región: Ciencias, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sostenible” el Foro CILAC 2016 está concebido como una contribución a la implementación de la Agenda 2030 recientemente suscrita por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Desde el consorcio de instituciones organizadoras del Foro regional de América Latina y el Caribe existe el compromiso de trabajar en pos de contribuir al logro de las metas y objetivos señalados en esta Agenda.

La UNESCO es la agencia especializada del Sistema de Naciones Unidas para cinco grandes campos vitales para el desarrollo humano y sostenible: educación, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, cultura y comunicación e información.

Para contribuir con el avance de estas amplias temáticas en los escenarios multilateral, regional, nacional y local, la UNESCO opera a partir de cinco estrategias: a) definición de estándares internacionales; b) desarrollo de capacidades; c) organización y difusión de conocimientos (*clearinghouse*); d) catalizar la cooperación internacional; e) laboratorio de ideas.

Es precisamente bajo la última de estas herramientas estrategias – laboratorio de ideas – donde se encuentra ubicada esta serie de *Policy Papers* que ustedes tienen en sus manos.

Estos documentos, elaborados por algunos de los principales expertos en sus respectivos campos de conocimiento, buscan subrayar conceptos, ideas y desafíos clave en cinco áreas centrales para el trinomio Ciencia, Tecnología & Innovación:

- “La ciencia para el desarrollo sostenible (Agenda 2030)”, por Hebe Vessuri
- “Universidades para el desarrollo”, por Rodrigo Arocena y Judith Sutz
- “Educación científica”, por Beatriz Macedo
- “Los ritmos de las políticas CTI y de sus paradigmas tecno-económicos / organizacionales en ALC (1945–2030)”, por Guillermo A. Lemarchand
- “Políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación Sustentable e Inclusiva en América Latina”, por Isabel Bortagaray

El concepto de Laboratorio de Ideas es particularmente relevante aquí. Estos *Papers* no buscan ser la palabra final en estas temáticas. Ellos son, principalmente, *food for thought*, una invitación de la UNESCO a todas las partes interesadas para que, en conjunto, y sin olvidar nuestras diversidades y divergencias, podamos avanzar en el debate público sobre los roles de las ciencias, tecnologías e innovación para la construcción de sociedades del conocimiento más sostenibles, democráticas, inclusivas y con amplia protección a los derechos humanos de todos y todas.

Estos textos serán publicados por primera vez en el contexto del **I Foro Abierto de Ciencias Latino América y el Caribe**, un ambiente ideal para el puntapié inicial de estos debates. Sin embargo, deseamos que sea eso, el puntapié inicial, y que estas discusiones sigan en los meses que vienen, los cuales serán centrales para el avance sólido de la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible.

¡Muy buenos debates!

Lidia Brito,

Directora, Oficina Regional de Ciencias
para América Latina y el Caribe - UNESCO

Los ritmos de las políticas CTI y de sus paradigmas tecno-económicos/ organizacionales en ALC (1945–2030)

Guillermo A. Lemarchand*

* Consultor e investigador principal del Observatorio Global de Instrumentos de Política en Ciencia, Tecnología e Innovación (GO → SPIN) de la UNESCO, E-mails: galemarchand@gmail.com y ga.lemarchand@unesco.org.

Resumen ejecutivo

En este trabajo se analiza el vínculo entre la estabilidad política de largo plazo y la eficiencia gubernamental a la hora de evaluar el desempeño de las políticas en ciencia, tecnología e innovación (CTI). Se mostrará que el impacto de dichas políticas CTI y sus instrumentos, dependerá altamente de las condiciones mencionadas. Dentro de un marco teórico de ciclos largos, se describirá la evolución de los paradigmas tecno-económicos y organizacionales (TEO) de las políticas CTI entre 1945 y 2016. Se enumerarán las actitudes societales predominantes en cada una de las cuatro fases de los dos paradigmas TEO que se desarrollaron durante el período analizado. Se mostrará que ALC está comenzando a atravesar por una fase sinérgica de *acción* del nuevo paradigma de *ciencia de la sostenibilidad*, similar a la del período 1960–1973 (donde surgió la Escuela Latinoamericana de Pensamiento en CyT marcada por el auge del *modelo lineal de la ciencia*). Determinadas las características de la fase política, económica y societal del futuro cercano (2016–2030), se formularán las restricciones y potencialidades que los sistemas nacionales investigación e innovación requieren para alcanzar las metas nacionales y regionales en CTI, vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Objetivo 9).

1. Introducción

El diseño, implementación y desempeño de las políticas en ciencia, tecnología e innovación (CTI) – al igual que cualquier otra política pública – es altamente dependiente de la naturaleza de los factores contextuales, políticos, culturales e históricos de un país o región a analizar.

La condición necesaria para estimular el desarrollo sostenible de una nación se encuentra anclada en la estabilidad política, la ausencia de violencia, la distribución equitativa de la educación, de la salud, de los recursos y sobre todo, en la eficiencia gubernamental a la hora de implementar políticas públicas. En un panorama de investigación e innovación cada vez más complejo, se hace imprescindible contar con herramientas de gobernanza eficientes para poder coordinar el comportamiento de los distintos actores sociales involucrados y así lograr alcanzar las metas propuestas en las diversas políticas públicas. Para ello se requiere de instituciones adecuadas, marcos legales pertinentes y de instrumentos de política que aseguren financiamiento e incentivos apropiados.

Paradójicamente, la historia de América Latina y el Caribe (ALC) de los últimos cien años, muestra una sucesión continua de marchas y contramarchas, períodos de expansión económica, seguidos por otros de crisis, que en muchos casos desencadenaron fuertes convulsiones políticas. Sucesiones de luchas por reivindicaciones sociales, gobiernos de facto y democráticos, guerrilla y violencia vinculada al narcotráfico. Asimismo, la ausencia de consensos para construir políticas públicas de largo plazo, que trasciendan los tiempos de los gobiernos, constituye uno de los mayores fracasos de la región.

La influencia de estos factores contextuales – a lo largo de décadas – muestra un presente con una baja inversión regional en tareas de I+D (0.76% del PIB de ALC), un número reducido de investigadores y becarios EJC (491 por millón de habitantes en ALC), una producción científica escasa (5,2 % de las publicaciones científicas mundiales en 2014), una tasa de registro de patentes insignificante (0,32% del total de patentes registradas por la OMPI en 2013) y un número reducido de empresas de base tecnológica. La inversión en tareas de I+D dentro del sector privado y empresarial (expresado como un porcentaje de las

La formación de recursos humanos en CTI, el establecimiento de instituciones que fomenten la creatividad científica y tecnológica, el diseño e implementación de instrumentos de financiamiento e incentivos para la investigación e innovación, demandan décadas de constante esfuerzo e inversión.

ventas) está por debajo de 0,4%, muy inferior al 1,89% del promedio de la OCDE (BID, 2014) o del 1,61% de la Comunidad Europea.

La formación de recursos humanos en CTI, el establecimiento de instituciones que fomenten la creatividad científica y tecnológica, el diseño e implementación de instrumentos de financiamiento e incentivos para la investigación e innovación, demandan décadas de constante esfuerzo e inversión. Décadas que necesitan de estabilidad política y económica. Asimismo, los procesos de *destrucción* de políticas e instituciones pueden lograrse en tan solo unos pocos meses.

6

De forma brillante, Sagasti (2004) logró sintetizar estas dificultades recurrentes de la región haciendo uso del mito de Sísifo. De acuerdo con la mitología griega, Sísifo era el más astuto de los hombres, pero debido a su falta de escrúpulos y el ingenio de sus engaños enfureció a los dioses. Por esta razón, lo condenaron – por la eternidad – a mover una inmensa roca cuesta arriba, sólo para verla rodar hacia abajo cada vez que llegaba a la cima. Cuando examinamos la historia del desempeño de las políticas públicas a lo largo de decenas de décadas, comprobamos con perplejidad la enorme sucesión de oportunidades perdidas. La historia de ALC es la del desafío de Sísifo.

Para abordar esta temática, se analizará la influencia que las actuales condiciones de estabilidad política, ausencia de violencia, eficiencia gubernamental, desarrollo humano y distribución del ingreso, tienen sobre desempeño de las actividades de investigación científica y producción de nuevas tecnologías. Luego se describirá en detalle la evolución de largo plazo de las distintas fases (1945–2030) de los dos paradigmas tecno-económicos y organizacionales (TEO) de la CTI (“modelo lineal” y “ciencia de la sostenibilidad”) y de las respectivas políticas dominantes en cada etapa. Finalmente, se analizarán las características predominantes de los sistemas nacionales de investigación e innovación y el tipo de estrategias en CTI necesarias para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el año 2030, particularmente las metas del Objetivo 9.

2. La estabilidad política, los factores contextuales y la productividad científica/tecnológica

Después del ajuste estructural de los años noventa, los países de ALC comenzaron a diseñar una nueva generación de instrumentos de política de CTI, instauraron importantes reformas en el ecosistema institucional, sancionaron marcos legales e implementaron nuevos mecanismos de incentivos. En algunos países, el panorama de la investigación y la innovación comenzó a mostrar resultados positivos. Sin embargo, la brecha entre ALC y el mundo desarrollado no se redujo como ocurrió en otras regiones en desarrollo (por ejemplo, Singapur, Malasia o China). Las causas de ello pueden encontrarse en los factores contextuales y en los indicadores de gobernabilidad de la región (Lemarchand 2012).

La falta de continuidad de las políticas públicas de largo plazo y la incapacidad de buen gobierno (como se refleja en un conjunto de indicadores que se presentan en la tabla 1) son una de las causas más relevantes que explican por qué los países de ALC fallan en la articulación de políticas adecuadas de CTI y en el desempeño de las mismas con el objetivo de fomentar las sociedades del conocimiento.

En la última década, la gran mayoría de los países de ALC ha mejorado su ingreso per cápita, la distribución de ingreso (índice de Gini) y el índice de desarrollo humano. Dentro de la lista de los países más vulnerables encontramos a Haití (desarrollo humano bajo y con bajos ingresos), a Bolivia, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras y Nicaragua (desarrollo humano medio e ingresos medio-bajos) y finalmente Paraguay (desarrollo humano medio e ingresos medio altos). Todos estos países muestran problemas en sus indicadores de gobernanza, dificultando de esta manera la implementación adecuada de las distintas políticas públicas.

De la lista de Estados miembros de la UNESCO en ALC presentada en la tabla 1, solo Bahamas, Barbados, Chile, Costa Rica, Dominica, San Vicente y las Granadinas y Uruguay tienen valores positivos en todos los indicadores de estabilidad política/ausencia de violencia, eficiencia gubernamental y ausencia de co-

Tabla 1: Principales indicadores socioeconómicos y de gobernanza de los Estados miembros de la UNESCO en ALC

País	Población (millones)	Indicadores económicos				Indicadores de desarrollo humano			Indicadores de gobernanza					
		Tipo de economía (Banco Mundial)	PIB per cápita (ajustado por PPC en \$ constantes de 2011)	Índice de Gini		Nivel de Desarrollo Humano (Clasificación del PNUD)	Índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2015)		Estabilidad política/ ausencia de violencia		Eficiencia gubernamental		Control de corrupción	
				2005	2014		2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014
Antigua y Barbuda	0,09	IA	21 615	..	..	DHA	..	0,783	0,853	0,957	0,415	-0,087	0,766	0,677
Argentina	43,42	..	..	..	..	DHMA	0,775	0,836	-0,014	0,075	-0,088	-0,182	-0,431	-0,580
Bahamas	0,39	IA	22 394	..	..	DHA	0,780	0,790	0,957	1,019	1,174	0,720	1,331	1,295
Barbados	0,28	IA	15 426	..	..	DHA	0,765	0,785	1,151	1,347	1,261	1,230	1,307	1,029
Belice	0,36	IMA	8 025	..	..	DHA	0,701	0,715	0,108	0,054	-0,153	-0,675	-0,265	-0,189
Bolivia, EP	10,72	IMB	6 476	0,561 ^a	0,491 ^f	DHM	0,616	0,662	-0,982	-0,360	-0,680	-0,594	-0,762	-0,640
Brasil	207,85	IMA	14 455	0,605	0,548	DHA	0,702	0,755	-0,232	-0,014	-0,099	-0,155	-0,170	-0,378
Chile	17,95	IA	22 145	0,552 ^a	0,509 ^f	DHMA	0,788	0,832	0,851	0,494	1,216	1,142	1,453	1,477
Colombia	48,23	IMA	12 988	0,551	0,535	DHA	0,679	0,720	-2,036	-1,121	-0,163	-0,109	-0,117	-0,394
Costa Rica	4,81	IMA	14 472	0,470	0,505	DHA	0,723	0,766	0,706	0,631	0,148	0,399	0,386	0,729
Cuba	11,39	IMA	..	..	..	DHA	0,730	0,769	0,404	0,598	-0,545	-0,058	0,306	0,073
Dominica	0,07	IMA	10 614	..	..	DHA	0,706	0,724	0,867	1,113	0,429	0,066	0,700	0,664
Ecuador	16,14	IMA	10 718	0,531	0,452	DHA	0,698	0,732	-0,804	-0,010	-0,917	-0,499	-0,750	-0,817
El Salvador	6,13	IMB	8 096	0,493 ^a	0,436	DHM	0,638	0,666	-0,029	-0,149	-0,322	-0,022	-0,416	-0,390
Granada	0,11	IMA	12 203	..	..	DHA	..	0,750	0,426	0,747	0,279	-0,118	0,700	0,274
Guatemala	16,34	IMB	7 253	0,585	0,553	DHM	0,576	0,627	-0,856	-0,642	-0,697	-0,715	-0,632	-0,699
Guyana	0,77	IMB	7 064	..	..	DHM	0,618	0,636	-0,446	-0,157	-0,484	-0,225	-0,576	-0,733
Haití	10,71	IB	1 658	..	..	DHB	0,455	0,483	-1,821	-0,611	-1,376	-2,031	-1,448	-1,251
Honduras	8,08	IMB	4 785	0,604 ^a	0,564 ^f	DHM	0,584	0,606	-0,649	-0,515	-0,640	-0,795	-0,742	-0,786
Jamaica	2,73	IMA	8 529	..	..	DHA	0,729	0,719	-0,280	0,088	-0,084	0,137	-0,397	-0,389
México	127,02	IMA	16 502	0,528	0,491	DHA	0,722	0,777	-0,437	-0,758	0,079	0,189	-0,280	-0,733
Nicaragua	6,08	IMB	4 884	0,532	0,478 ^a	DHM	0,595	0,631	-0,323	-0,047	-0,795	-0,835	-0,606	-0,885
Panamá	3,93	IMA	20 885	0,529	0,519	DHA	0,733	0,780	-0,178	0,096	0,062	0,274	-0,377	-0,355
Paraguay	6,64	IMA	8 644	0,528	0,536	DHM	0,646	0,679	-0,645	-0,201	-0,787	-0,925	-1,406	-1,000
Perú	31,38	IMA	11 672	0,530 ^a	0,439	DHA	0,691	0,734	-0,977	-0,522	-0,600	-0,277	-0,360	-0,592
Rep. Dominicana	10,53	IMA	13 375	0,569	0,519	DHA	0,676	0,715	-0,229	0,188	-0,552	-0,430	-0,590	-0,790
San Cristóbal y Nieves	0,06	IA	22 934	..	..	DHA	..	0,752	1,324	0,498	0,873	-0,082	1,043	0,274
San Vicente y las Granadinas	0,11	IMA	10 379	..	..	DHA	0,697	0,720	1,182	0,883	0,873	0,121	1,043	0,664
Santa Lucía	0,18	IMA	10 344	..	..	DHA	0,691	0,729	1,035	0,883	0,920	-0,019	1,161	0,425
Surinam	0,54	IMA	15 970	..	..	DHA	0,692	0,714	0,206	0,226	-0,087	-0,157	0,164	-0,616
Trinidad y Tobago	1,36	IA	30 677	..	..	DHA	0,753	0,752	-0,135	0,258	0,187	0,287	-0,078	-0,578
Uruguay	3,43	IA	19 952	0,456 ^d	0,379	DHA	0,756	0,793	0,788	1,000	0,505	0,480	1,040	1,352
Venezuela, RB	31,11	IMA	15 603	0,490	0,413 ^f	DHA	0,716	0,762	-1,218	-0,825	-0,898	-1,229	-0,957	-1,382

Notas: a: 2003, b: 2004, c: 2006, d: 2007, e: 2009, f: 2013. Categorías del Banco Mundial (2016): IA: Ingreso alto, IMA: Ingreso medio-alto; IMB: Ingreso medio-bajo; IB: Ingreso bajo. Categorías del PNUD (2015): DHMA: Desarrollo Humano Muy Alto IDH>0,8; DHA: Desarrollo Humano Alto 0,8>IDH>0,7; DHM: Desarrollo Humano Medio 0,7>IDH>0,55; DHB: Desarrollo Humano Bajo IDH<0,55. Fuente: Elaboración propia basada en datos crudos del Banco Mundial, CEPAL y PNUD.

rrupción. Con excepción de Chile que tiene desarrollo humano muy alto ($IDH > 0,8$), el resto tiene valores de desarrollo humano alto ($0,8 > IDH > 0,7$).

Bahamas, Barbados y Chile tienen altos ingresos per cápita, mientras que el resto tiene ingresos medios-altos. Además, Uruguay es el país con mejor distribución de ingreso de toda ALC. Cuatro países de esta lista son pequeños estados insulares con poblaciones entre 70.000 y 380.000 habitantes. Este hecho facilita considerablemente la gobernabilidad aunque limita el acceso a recursos humanos y a una economía diversificada. Uruguay y Costa Rica son estados medianos con poblaciones de 3,4 y 4,8 millones de habitantes respectivamente, mientras que Chile que tiene cerca de 18 millones de habitantes. De mantenerse estas condiciones durante décadas, este selecto grupo de países dispone de las mejores

condiciones contextuales para el desarrollo de cualquier política pública.

Tanto Chile como Uruguay están cosechando los frutos de las políticas CTI que han venido desarrollando desde principios del siglo XXI. Los dos países tienen el mayor número de publicaciones científicas per cápita en América Latina (Lemarchand 2015, 2016). Cuando se incluye el Caribe, por un efecto de la distorsión estadística de las poblaciones menores al medio millón de habitantes otros pequeños estados insulares tienen números mayores.

El resto de los países de ALC tienen aún problemas de estabilidad política, de eficiencia gubernamental o de altos niveles de corrupción estructural. Éstas son las causas que erosionan la implementación adecuada de cualquier política pública y que fomenta el “efecto Sísifo” de la región.

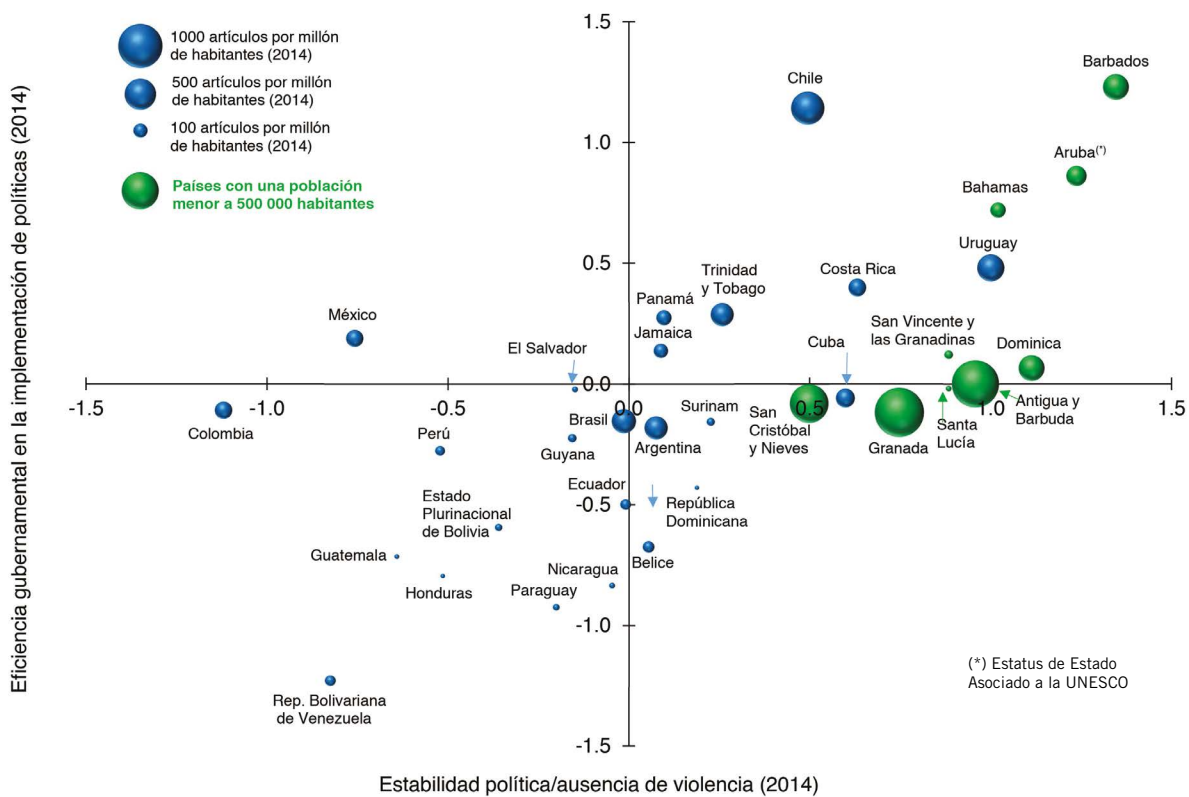


Figura 1: Relación entre la estabilidad política/ausencia de violencia (eje horizontal) versus la eficiencia gubernamental (eje vertical) versus el número de publicaciones científicas por millón de habitantes (tamaño de burbujas).

Fuente: Elaboración propia sobre datos crudos de indicadores de gobernanza del Banco Mundial, de publicaciones de SCOPUS, y de población de la División de Estadística de las Naciones Unidas.

Diversos estudios recientes de la UNESCO han demostrado la alta correlación entre los indicadores de gobernanza y la producción científica (Lemarchand 2015, UNESCO 2016). En la figura 1 se representan a los países en un esquema cartesiano en función de la estabilidad política/ausencia de violencia (eje horizontal), la eficiencia gubernamental (eje vertical) y la productividad científica en términos de publicaciones por millón de habitantes (tamaño de las burbujas).

A nivel global, año tras año los países con alta volatilidad política se mueven de cuadrante en cuadrante. Por el contrario, aquellos con una estabilidad de décadas suelen concentrarse en el primer cuadrante, mostrando la más alta productividad científica del planeta (UNESCO 2016: 21). Los países de menor productividad científica y mayor volatilidad se concentran en el tercer cuadrante, mientras aquellos que tienen una alta componente de violencia interna en el segundo cuadrante. En el cuarto cuadrante se concentran aquellos países que teniendo valores positivos de estabilidad política y ausencia de violencia, aún tienen grandes problemas en la implementación de las políticas públicas.

3. Los paradigmas TEO, las fases de las políticas CTI, sus estructuras e instrumentos de política en ALC (1945–2030)

La introducción de cambios tecnológicos revolucionarios, no suele producirse en forma aleatoria, sino que existe un camino de dependencia e interdependencia con otros cúmulos de innovaciones que suelen aparecer de manera casi simultánea (Freeman 1982, 1983, 1996; Marchetti 1986; Pérez 1987, 2010). Dosi (2000) define a este proceso como *trayectoria tecnológica*. Aunque las innovaciones en los sistemas productivos y de servicios suelen aparecer en forma continua, la tasa de penetración y difusión de las mismas no suele ser constante en el tiempo. Consecuente-

Tanto Chile como Uruguay están cosechando los frutos de las políticas CTI que han venido desarrollando desde principios del siglo XXI.

mente, se producen cambios en los ritmos de las curvas de difusión y crecimiento (o decrecimiento) que son factibles de medir, modelar matemáticamente y predecir su trayectoria futura. Este tipo de fenómenos, suelen llegar a mostrar comportamientos oscilatorios recurrentes del orden de 48 a 60 años (ondas o ciclos largos en la economía y la tecnología).

La hipótesis acerca de la existencia de crisis recurrentes de largo-plazo, seguidas por períodos de expansión, ha ido cobrando un creciente número de adherentes. Por un lado, se ha acumulado una enorme cantidad de evidencias empíricas que la apoya y por otro, ha surgido una gran variedad de marcos teóricos que intentan explicar su confuso origen y dinámica (Marchetti 1986; Mallmann 1986, 1994; Goldstein 1988; Grübler y Nakicenovic 1991; Berry 1991; Rosemberg y Frischtak 1994; Mallmann y Lemarchand 1998; Pérez 2010).

Carlota Pérez (1987) introdujo la noción de paradigmas TEO. Para ello, construyó una analogía aplicando los conceptos de “paradigma”, “ciencia normal” y “ciencia revolucionaria”, desarrollados oportunamente por Thomas Kuhn (1962) en el contexto de la epistemología y sociología de la ciencia. Pérez concibe a los paradigmas TEO como el conjunto de las prácticas más eficaces y rentables en la elección de los insumos, los métodos y tecnologías, y en términos de estructuras de organización, modelos de negocio y estrategias. Estas nuevas prácticas se convierten en principios implícitos y en criterios para los decisores, que son luego utilizados para la articulación entre los actores sociales, favoreciendo procedimientos más adecuados, rutinas y estructuras organizativas que optimizan la productividad del sistema nacional de innovación e investigación.

La heurística y los enfoques emergentes, son interiorizados por todos los actores del sistema económico, productivo, organizacional, educativo y finalmente por la propia sociedad. Los paradigmas TEO contienen estructuras incorporadas y desincorporadas que permean en la sociedad y son interiorizadas por los investi-

gadores y decisores políticos, ingenieros y gerentes, inversores y banqueros, representantes de ventas y publicidad, empresarios y consumidores. Se produce así un proceso de intersubjetivización entre los distintos actores sociales que comienzan a compartir las categorías y prácticas con las cuales se articulan entre sí, las actividades científicas, tecnológicas, productivas, comerciales e institucionales (Mallmann y Lemarchand 1998).

Sucesivamente, una nueva lógica compartida es establecida, un nuevo sentido común para las decisiones de inversión es adoptado, y los actores sociales adquieren un patrón específico de consumo que retroalimenta al sistema de producción de la oferta y articula todo el sistema institucional de la ciencia, tecnología e innovación. De esta manera, los viejos productos, ideas, patrones de producción y consumo son ignorados y los nuevos se convierten en “normales”, hasta que el proceso se inicia nuevamente. Es, entonces, cuando aparece un nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología.

Mallmann y Lemarchand (1998) desarrollaron un modelo formalizado matemáticamente donde interpretan la sincronización cíclica de las variables observadas como resultado de un fenómeno de auto-organización societal, vinculado con las características epigenéticas de las etapas del crecimiento de los seres humanos. De esta manera, es posible explicar con una sola teoría distintos fenómenos recurrentes de carácter político, social, educacional, cultural, económico, tecnológico y científico. Dicho modelo resultó exitoso a la hora de predecir la dinámica de las recurrencias político-sociales, tecnológico-económicas y explicar una gran variedad de procesos históricos (Mallmann 1986, 1994), y culturales (Lemarchand 2009). Cuando se examinan todas las posibles soluciones que se derivan de ese modelo matemático, se puede determinar que, dentro de cada ciclo o paradigma TEO, existen cuatro

A nivel global, año tras año los países con alta volatilidad política se mueven de cuadrante en cuadrante. Por el contrario, aquellos con una estabilidad de décadas suelen concentrarse en el primer cuadrante, mostrando la más alta productividad científica del planeta.

fases con características bien diferenciadas (ver tabla 2).

De la teoría mencionada y de los datos empíricos medidos por una gran variedad de estudios (Freeman 1996), se deduce que los paradigmas TEO (asociados con las ondas-largas de Kondratieff)

tienen una longitud media de 56 (+/- 6) años. Consecuentemente, las cuatro fases dentro de este ciclo, tendrían una duración aproximada de unos 14 (+/- 1,5) años cada una (ver figura 2).

De acuerdo a Mallmann y Lemarchand (1998) las características individuales de las cuatro fases existentes en cada paradigma TEO son las siguientes:

1. **Cuestionamiento:** se comienza a analizar, comprender y cuestionar las acciones, los logros y fracasos del paradigma TEO vigente. Surgen anomalías y aparece la crisis en el paradigma anterior.
2. **Formulación:** se comienza a formular y proponer nuevas categorías y prioridades organizacionales, aparecen nuevas estructuras productivas y de promoción, se actualizan las estructuras anteriores, emergen nuevas visiones de largo plazo, todas ellas tendientes a superar las anomalías y crisis anteriores.
3. **Organización:** período relativo a la estructuración del nuevo paradigma TEO siguiendo los lineamientos planteados en la fase anterior de formulación (acuerdo entre los actores vinculados al diseño e implementación de las políticas CTI, ejecución, promoción y evaluación de las actividades de CTI).
4. **Acción:** los actores societales explotan al máximo el nicho de oportunidades que el paradigma TEO establecido ofrece dentro del ámbito geográfico analizado y éste se establece, difunde y consolida.

La tabla 2 muestra las principales características societales presentes durante cada fase dentro de un paradigma TEO dado. Se debe destacar aquí que la combinación de las fases de cuestionamiento y formulación genera un

período en que los actores societales muestran un estado “antagónico”, mientras que la combinación de las fases de organización y acción genera un estado “sinérgico”.

Tabla 2: Propiedades y características que aparecen dentro de cada una de las distintas fases de desarrollo de un paradigma TEO. Fuente: Mallmann y Lemarchand (1998).

Estado	Sinérgico		Antagónico		Sinérgico
Fase	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Organización
Características de cada fase	Conducente	Crítica	Conflictiva	Conservativa	
	Estable	Discordante	Inestable	Concordante	
	Certera	Dubitativa	Incierta	Afirmativa	
	Constructiva	Deconstructiva	Destruyiva	Reconstructiva	
	Ordenada	Confrontativa	Caótica	Dialogica	

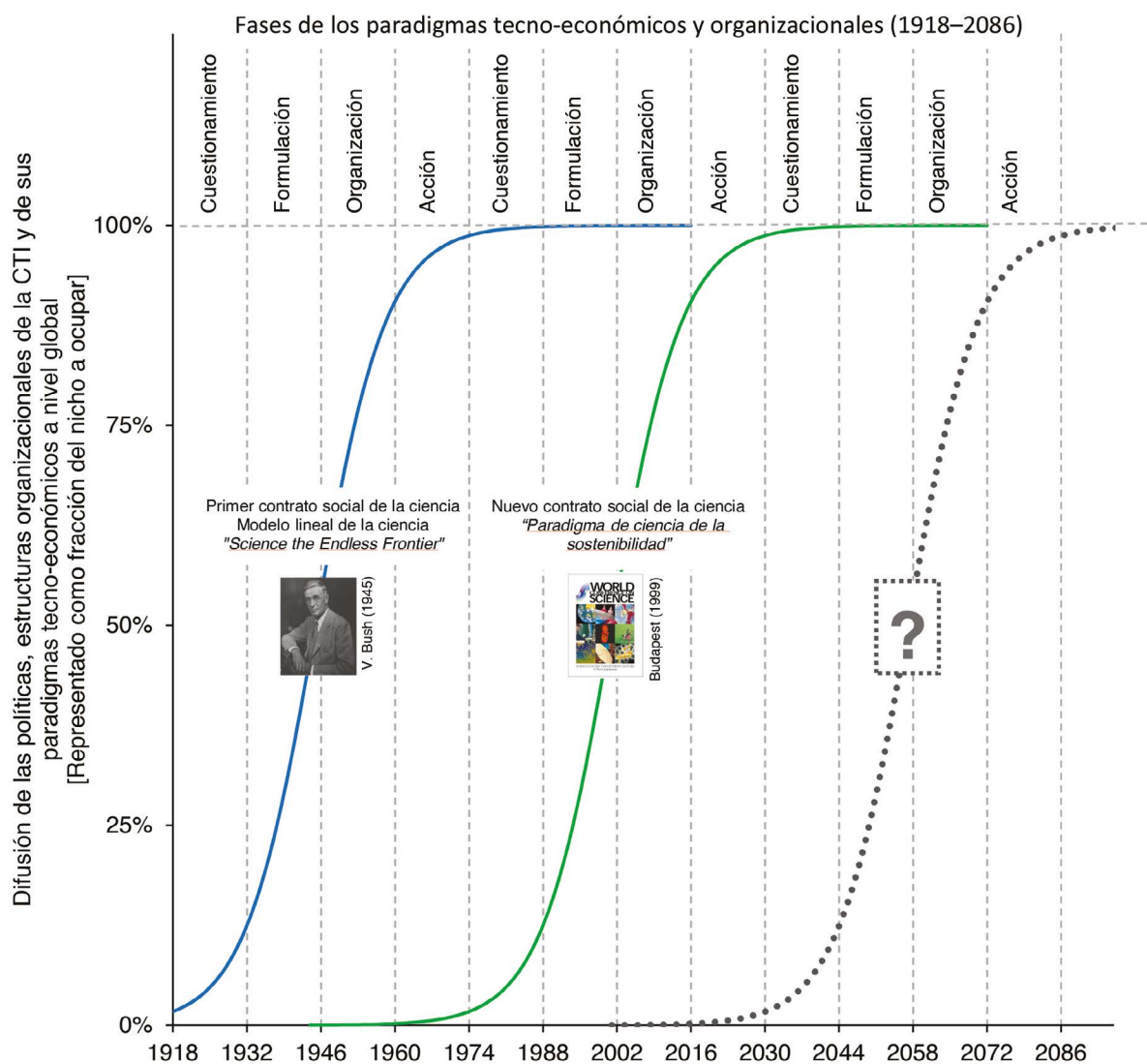


Figura 2: Curvas de difusión de los paradigmas TEO y sus respectivas fases de acuerdo a la teoría de los ciclos largos de Mallmann y Lemarchand (1998). Fuente: Elaboración propia.

Las estructuras e instituciones que se crean en cada etapa, están directamente relacionadas con las propiedades del paradigma TEO, y con el tipo de fase que se está atravesando en el momento de la fundación de las mismas. Se debe señalar, que la difusión de los nuevos paradigmas nunca es homogénea en todas las regiones, debido a cuestiones coyunturales, de estabilidad política y calidad en la gobernanza, valores culturales y otras circunstancias que conforman las llamadas condiciones contextuales. Hay países en los que las nuevas estructuras e innovaciones institucionales se difunden rápidamente, mientras que en otros lo hacen más lentamente.

La institucionalización de las actividades científicas y tecnológicas en ALC comienza después de la Segunda Guerra Mundial. Se considera que el documento preparado por Vannevar Bush (1945) destinado al presidente norteamericano, Franklin Roosevelt, sentó las bases para un *contrato social de la ciencia* que se mantuvo vigente hasta finales del siglo XX (Lemarchand 1994; Ziman 1994; Hart 1997; Barfield 1997).

El llamado “modelo lineal de la ciencia” es considerado como el núcleo duro del paradigma propuesto por Bush¹. El mismo asume que para alcanzar la prosperidad hay que invertir en la generación de nuevo conocimiento científico puro (ciencias básicas). Las nuevas teorías, datos experimentales y observacionales generados en las universidades y centros de investigación, inducirían, consecuentemente, el desarrollo de las ciencias aplicadas con el objeto de resolver problemas específicos. La oferta de resultados de la ciencia aplicada, promovería la generación de nuevas tecnologías que serían demandas por el sector empresarial para introducir, a su vez, innovaciones industriales, produciendo ganancias que terminarían derramándose luego en la sociedad.

La tabla 3 presenta las distintas fases por las cuáles atravesó el primer contrato social de la ciencia (modelo lineal de la ciencia) hasta que es reemplazado por un nuevo paradigma

TEO a principios del siglo XXI (paradigma de ciencia de la sostenibilidad).

Se puede considerar, entonces, que en 1945, termina la fase de *formulación* del paradigma TEO y comienza la fase de *organización*. Las estructuras científicas en todo el mundo comenzaron a articularse siguiendo las concepciones del modelo lineal de la ciencia, y la UNESCO fue una de sus principales promotoras (Spaey *et al.* 1971, Finnemore, 1993), en particular su acción fue muy exitosa dentro en ALC.

Durante la fase de *acción* (1960–1973) las Naciones Unidas organizan la primera conferencia mundial de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (c. 1963). En este período la Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para ALC tuvo una influencia fundamental en la creación de consejos nacionales de investigación. En 15 países de la región, se fundan diversas instituciones para el diseño de políticas y la promoción de actividades de investigación y desarrollo. Se crean además otras 5 instituciones vinculadas a la energía atómica, 10 centros de investigación agropecuaria, 4 nuevas Academias Nacionales de Ciencias y solo 2 institutos de tecnología industrial (Lemarchand 2010). En Brasil aparecen tres importantes entidades destinadas a financiar las actividades de CTI.

Los datos empíricos muestran que esta fue una de las fases más creativas dentro del paradigma del modelo lineal de la ciencia. En el mismo, sobresale el surgimiento de la llamada *Escuela de Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología*².

Durante esta etapa se funda el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCT) de la OEA (c. 1968), la empresa EM-BRAER (c. 1969), se construye Atucha I (c. 1968–1974), la primera central nuclear de potencia en la región. También, durante esta fase de acción, se produce el mayor salto cuantitativo en la inversión per cápita destinado a las actividades de CTI.

En 1963, la inversión que cada ciudadano de EEUU realizaba en I+D era 124 veces mayor que la de su par latinoamericano, en 1974 ese factor había disminuido a solo 47 veces.

En 1963, la inversión que cada ciudadano de EEUU realizaba en I+D era 124 veces mayor que la de su par latinoamericano, en 1974 ese factor había disminuido a solo 47 veces (Lemarchand 2010). En promedio esta diferencia se mantuvo en un factor de 42 veces mayor, durante más de tres décadas. Recién, en el 2007, disminuyó a 29 veces, cuando la región ya está atravesando por una nueva fase de *organización* (sinérgica) de un nuevo paradigma TEO (ciencia de la sostenibilidad).

En 1969, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú firman el Acuerdo de Cartagena, con el propósito de mejorar juntos el nivel de vida de sus habitantes mediante la integración y la cooperación económica y social. Una gran variedad de acciones de cooperación internacional relacionadas con la ciencia y tecnología surgieron bajo la tutela de este acuerdo sub-regional.

Desafortunadamente, esta época de oro (1960–1973) se vio totalmente eclipsada por los procesos de inestabilidad política, predominio de gobiernos de facto, violencia y terrorismo de estado. Estas fracturas de la institucionalidad política afectaron profundamente la historia y el desempeño de las instituciones científicas y tecnológicas de la región³. Recién a mediados de la década del ochenta comienza nuevamente un proceso de democratización de la región, que se ha mantenido muy sólido desde entonces.

En la fase de *questionamiento* comienzan a aparecer nuevos tipos de instituciones, se pasa de los consejos de investigación a los consejos de ciencia y tecnología. La misma está dominada por comportamientos: críticos, discordantes, dubitativos, deconstructivos y confrontativos (tabla 2). Se comienzan a separar, las instituciones de planificación en ciencia y tecnología, de aquellas que realizan tareas de ejecución en CTI. Se establecen las primeras secretarías nacionales de ciencia y tecnología y al final del período, Brasil funda el primer Ministerio Nacional de Ciencia y Tecnología en ALC. En esta etapa emerge la crisis de endeudamiento y la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita normalizado al PPC, disminuye año tras año, hasta hacerse negativa entre 1982–1988. Es la fase de mayor inflación y

pobreza, con un alto nivel de contradicciones en la implementación de las políticas públicas.

En esta época se desarrolla la *Conferencia de las Naciones Unidas en Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* en Viena en 1979. La influencia de especialistas de ALC fue sumamente importante. Lamentablemente, luego de varios años de trabajo para la preparación, el llamado Plan de Viena fracasa (Standke 2006).

En 1985, la UNESCO, organiza CASTALAC II y del debate registrado en sus documentos finales, se observa claramente las características de la fase de *questionamiento* al paradigma TEO dominante anterior (ver Sección 12 en UNESCO 1986). La fase de *questionamiento* promueve la reforma de una gran cantidad de instituciones encargadas del diseño y promoción de las actividades de CTI. En 15 países se producen reformas administrativas en las estructuras y organismos responsables de políticas CTI y en 3 de ellos se gestaron dos reformas distintas en un lapso menor a 10 años. En muchos de los países se implementan instituciones nuevas que antes no existían, en otros, simplemente se cambiaron las descripciones de funciones de los organismos preexistentes. En 3 países se promulgaron decretos que organizaron y articularon el funcionamiento de los sistemas nacionales de CTI.

El período 1988–2001 corresponde a la fase de *formulación* del nuevo paradigma tecno-organizacional. Es una etapa conflictiva, inestable, incierta, destructiva y caótica. Las democracias en la región comienzan a consolidarse. Existen altos niveles de inflación, endeudamiento, pobreza y elevadas tasas de crecimiento de las importaciones de bienes y servicios. Se crea la OMC, se discute y aprueba el TRIP, que demandó una reformulación de los marcos legislativos vinculados a las leyes de patentes. Se impone un modelo neoliberal en el cual la ciencia y la tecnología permanece ausente. Se producen dos grandes crisis financieras regionales, que impulsaron la inestabilidad en la mayoría de los países de ALC (Efecto Tequila: México 1994 y Efecto Tango: Argentina 2001). Como consecuencia de ellas se reduce substancialmente las inversiones en las actividades de CTI. Ambas crisis obligaron

a realizar importantes reformas políticas y estructurales.

En diversos países se reestructuran los organigramas de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación. Comienzan a aparecer los gabinetes interministeriales para definir las políticas CTI. En 17 países de ALC se crean nuevas instituciones destinadas a la definición de las políticas y planificación de las actividades CTI (ver Lemarchand 2010). Surgen los primeros fondos concursables para la innovación tecnológica. Se crean 15 nuevas instituciones de financiamiento en CTI, distribuidas en 11 países. En 8 países, comienzan a aparecer las primeras leyes-marco destinadas a estructurar los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación. Se sancionan otras leyes complementarias de promoción y exenciones impositivas, destinadas a estimular la innovación productiva y el desarrollo de nuevas tecnologías. Los países comienzan, también, a planificar estratégicamente y selectivamente el tipo y forma de promoción de las actividades CTI. Surgen planificaciones plurianuales. Comienzan a instalarse una gran diversidad de instrumentos de políticas CTI, incentivos para la investigación y para la innovación en las empresas. Se crea la RICYT y se empiezan a elaborar en forma sistemática y continua, estadísticas en ciencia y tecnología para ALC. Aparecen y se difunden por toda la región, los primeros posgrados en política y gestión de la ciencia y la tecnología.

Se empieza a discutir en forma explícita la necesidad de formular un nuevo contrato social de la CTI (Lemarchand 1994; Ziman 1994; Barfield 1997; Lubchenco 1998; Cetto 2000). La reunión regional de Santo Domingo (1999) preparatoria de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia (CMC) de Budapest (1999), organizada por la UNESCO, resultó ser un ejercicio interesante para la determinación de las características que debía tener el nuevo contrato social de la ciencia.

Los dos documentos finales que surgieron de la CMC de Budapest, establecieron las bases

Entre 1988 y 2001 en 17 países de ALC se crean nuevas instituciones destinadas a la definición de las políticas y planificación de las actividades CTI.

para formulación del nuevo contrato social de la ciencia. Por un lado, la *Declaración sobre la Ciencia y el Uso del saber Científico*, recalca la necesidad de un compromiso político mayor respecto de las tareas científicas, con miras a la solución de los problemas que se plantean en las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad; y por otro el *Programa en Pro de la Ciencia: Marco General de Acción*, constituye una guía para

fomentar las actividades conjuntas en materia científica que está relacionada con la utilización de la ciencia y la tecnología en favor del desarrollo humano sostenible, en armonía con el medio natural (Cetto 2000). Ambos documentos fueron adoptados por consenso entre todos los participantes de la Conferencia Mundial para la Ciencia, al igual que por los Estados Miembros de la UNESCO durante la 30 Conferencia General, celebrada en París y por el ICSU en su XXVI Asamblea General, celebrada en El Cairo. El contenido de ambos documentos plantea la necesidad de formular una nueva *ciencia de la sostenibilidad*⁴.

La etapa que comenzó en el 2002 esta signada por la fase de *organización* del nuevo contrato social de CTI. Hay una transición desde un período *antagónico* a otro *sinérgico*. Esta fase está caracterizada por ser conservativa, concordante, afirmativa, y reconstructiva. Con el comienzo de esta nueva fase de *organización*, el número de investigadores científicos en ALC, considerado como fracción del número total mundial, crece más rápido que el promedio global (Lemarchand 2010: 59).

4. El paradigma TEO de ciencia de la sostenibilidad

En la sección anterior, se intentó organizar la periodización de las políticas CTI, aplicando el modelo de propagación de paradigmas TEO, desarrollado por Mallmann y Lemarchand (1998). Se pudo corroborar que el modelo empleado y las propiedades de sus fases describen con muchísima precisión la secuencia

de procesos observados durante los últimos 70 años. Si se asume, que el formalismo empleado es correcto, se podría también inferir que la actual fase de *acción* debería extenderse aproximadamente hasta el año 2030. El nuevo contrato social de la ciencia – propuesto durante la CMC en Budapest (1999) – está marcado por la ciencia de la sostenibilidad.

Los ejes transversales que articulan la estructura del nuevo paradigma TEO son: la ciencia y tecnología sostenible, la inclusión social, la interdisciplinariedad, el impacto social de las actividades CTI, la sociedad del conocimiento, el equilibrio de género, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la gestión del agua dulce, la alfabetización científico-tecnológica, la innovación para el desarrollo sostenible, la cooperación sur-sur, la incorporación de los saberes ancestrales, entre otras.

La transición hacia la sostenibilidad requiere la emergencia y desarrollo de nuevos campos de investigación científica y tecnológica, la implementación de innovaciones productivas que preserven el medio ambiente y la concepción de marcos teóricos revolucionarios que permitan abordar y operar sobre los sistemas complejos y las relaciones entre la naturaleza y sociedad. Es imprescindible implementar enfoques transdisciplinarios o Modo II de producción del conocimiento (Gibbons *et al.* 1994) en la educación superior, para poder comenzar a generar nuevos perfiles de científicos y tecnólogos preparados para resolver problemáticas tan complejas como las que demanda un desarrollo sostenible (Komiyama *et al.* 2011).

Los obstáculos que entorpecen los esfuerzos para hacer frente a las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad, se centran principalmente en la complejidad de los problemas y el grado de especialización de los expertos que buscan hacer frente a ellos. La crisis de sostenibilidad suele ser causada por una multitud de factores. No resulta sencillo, generalmente,

Con el comienzo de esta nueva fase de organización, el número de investigadores científicos en ALC, considerado como fracción del número total mundial, crece más rápido que el promedio global.

obtener una visión holística de los problemas, y mucho menos encontrar soluciones rápidas para resolverlos. Las disciplinas que suelen analizar estas complejas problemáticas generan análisis cada vez más fragmentados. La investigación que se lleva a cabo suele tener, también, perspectivas muy limitadas, tanto a la hora de identificar los fe-

nómenos involucrados, como en el momento de proponer soluciones a los mismos. Además, el sistema de investigación está articulado de manera de incentivar preponderantemente la producción académica disciplinar, enfocada a la producción de publicaciones de corriente principal, en áreas que no siempre están relacionadas con las problemáticas acuciantes de las sociedades.

Los sistemas de investigación científica siguen conservando esquemas de promoción, dentro de las carreras del investigador, que eran muy apropiados en el marco del contrato social de la ciencia anterior. Sin embargo, esos esquemas de promoción se tornan poco eficientes para lograr estimular a los jóvenes científicos y tecnólogos a que dediquen sus esfuerzos al desarrollo de nuevas tecnologías de inclusión social, o a erradicar definitivamente enfermedades endémicas como el dengue y el mal de Chagas. Las comisiones de evaluación de los científicos, siguen manteniendo las mismas estructuras disciplinarias que hace 50 años. Prácticamente no existen comisiones evaluadoras con perfiles interdisciplinarios o transdisciplinarios y tampoco existen aún, metodologías estandarizadas para poder analizar la calidad y pertinencia de este tipo de investigaciones.

La ciencia de la sostenibilidad demanda también la implementación de nuevos marcos epistemológicos, principalmente relacionados con las definiciones de unidades de análisis, enfoques de integración y criterios de validación (CEPAL 2003). Para garantizar la sostenibilidad, es primordial desarrollar nuevos esquemas teóricos que sean capaces de comprender y predecir con precisión los fenómenos

de interacción naturaleza-sociedad (Komiya et al. 2011).

5. Principales características de las políticas y los sistemas CTI en ALC

En último quinquenio se ha publicado una enorme variedad de estudios sobre los sistemas nacionales de investigación e innovación en ALC (entre otros, BID 2014, CEPAL 2015, Crespi y Dutrénit 2014, Dutrénit y Sutz 2014, Sagasti 2013, Ramkisoorn y Kahwa 2015, Lemarchand 2010, 2015). Por limitaciones del espacio nos limitaremos únicamente a enunciar aquí las principales características observadas.

Priorización estratégica: Durante la última década, un grupo de países (Brasil, México, Argentina, Chile y Uruguay) comenzaron a cambiar sus mecanismos horizontales de promoción de la I+D+i por otros de carácter sectorial. Con ello definieron una dirección estratégica para promover aquellos sectores económicos, que requieren aumentar la productividad a través de la innovación (por ejemplo la agricultura, la energía, las TIC). También se aplicaron políticas específicas y mecanismos de incentivos para desarrollar tecnologías estratégicas (biotecnología, nanotecnologías, tecnologías espaciales, biocombustibles, etc.). Un segundo grupo de países está implementando una serie de fondos científicos y tecnológicos con el fin de ampliar las actividades de investigación e innovación endógenas (Perú, Paraguay y Panamá). Otros están promoviendo programas de competitividad (Rep. Dominicana, El Salvador y Guatemala).

Baja inversión en tareas de I+D: Pese a que los gastos regionales en I+D aumentaron un 41% (pasando del 0,54 and 0,76% del PIB entre 2004 y 2013) el porcentaje sigue siendo muy reducido si se lo compara con el 3% del PIB que el Comité Científico Asesor de las Naciones Unidas recomendó en 2015. Sólo tres países (Brasil, México y Argentina) concentran el

91% de la inversión regional en I+D. El sector público es el principal contribuyente. La inversión del sector privado/empresarial en I+D en Brasil solo representa 43% del total, mientras que en otros países los porcentajes son aún menores (México 36%, Colombia 34%, Chile 33%, etc.). Según la CEPAL (2015) el stock de capital de la innovación es mucho menor en ALC (13% del PIB) que en los países de la OCDE (30% del PIB).

Reducido número de investigadores EJC: el número de investigadores EJC en Brasil, México, Argentina, Chile y Costa Rica, ha aumentado durante la última década (Lemarchand 2015). Sin embargo, el número de investigadores EJC por cada mil personas económicamente activas (PEA) sigue siendo muy pequeño cuando se lo compara internacionalmente (figura 3). La tasa de graduación de doctores por millón de habitantes muestra similares brechas con los países desarrollados y emergentes. La distribución del número de títulos universitarios de grado, maestría y doctorado – clasificados

de acuerdo a los seis campos del conocimiento – muestra la mayor debilidad estructural que tiene ALC en garantizar el crecimiento de la CTI. Más del 60% de los graduados y el 45% de los doctores obtienen sus correspondientes grados en ciencias sociales y humanas. Reflejando un comportamiento opuesto al observado dentro de las nuevas

economías emergentes (Corea, Singapur, China, etc.) donde el 60% lo hace en ciencias básicas e ingeniería. En Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México hay una falta de ingenieros en el sector privado que impone límites a la innovación en las PYME. En ALC, el 36% de las empresas que operan en la economía formal deben competir para encontrar una mano de obra debidamente calificada, en comparación con el 21% del promedio mundial y el 15% del promedio de la OCDE. Solo una pequeña fracción de los investigadores científicos trabaja en el sector privado en ALC (24%) en comparación con la media de la OCDE (59%).

Solo una pequeña fracción de los investigadores científicos trabaja en el sector privado en ALC (24%) en comparación con la media de la OCDE (59%).

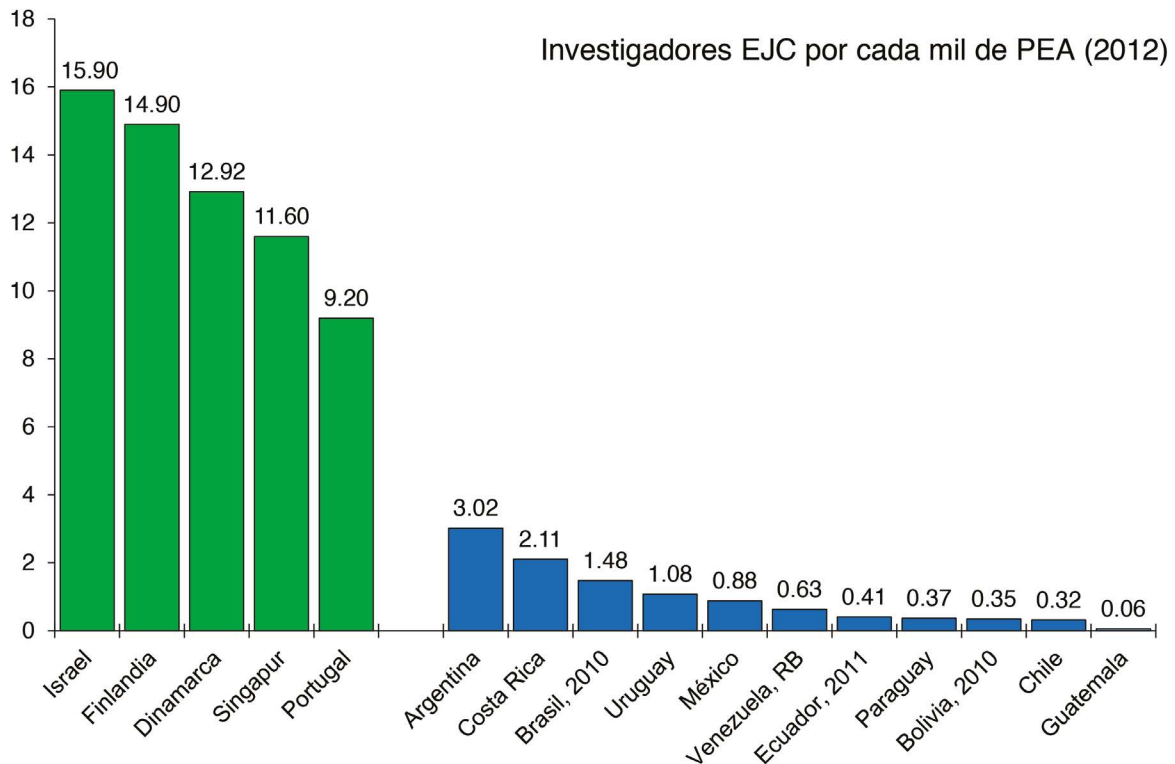


Figura 3: investigadores equivalente jornada completa (EJC) por cada mil de población económicamente activa (PEA)

Escaso número de solicitudes y concesiones de patentes: Solo entre el 1 y el 5% de las empresas en de ALC ha generado al menos una patente. Este es un valor muy escaso cuando se lo compara con el 15 al 30% de las empresas de los países europeos. La solicitud y concesión de patentes de empresas de ALC en los principales mercados de los países desarrollados es también es muy baja. Esto demuestra la ausencia de una estrategia empresarial de competitividad internacional basada en la innovación tecnológica. Brasil, México, Chile, Argentina y Colombia, son los países con el mayor número de solicitudes y concesiones de patentes entre 2009 y 2013. Sin embargo, en términos de solicitudes de patentes por millón de habitantes, Chile, Brasil, Uruguay y Panamá tienen las mayores proporciones. Por otro lado, en términos de las patentes concedidas por millón de habitantes, Panamá, Chile, Cuba y Argentina tienen los valores superiores. En 2013, el número de solicitudes de patentes dentro de los principales campos tecnológicos globales, tales como (1) maquinaria, aparatos y energía, (2) comunicación digital, (3) tecnología informática, (4) medición y (5) tecnología médica, solo representaban alrededor de

1% del número de solicitudes presentadas por los países más desarrollados. De acuerdo a un reciente informe de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), en términos de las patentes concedidas (1995–2014), las cuatro empresas y/o universidades más prolíficas de América Latina y el Caribe se encuentran en Brasil. Estas han sido Whirlpool Brasil SA (motores, bombas, turbinas) con 304 solicitudes; Petrobras (química de materiales) con 131 solicitudes; la Universidad Federal de Minas Gerais (productos farmacéuticos) con 115 aplicaciones y Embraco (motores, bombas, turbinas) con 115 aplicaciones. Se ha observado que hay una tendencia cada vez mayor de la obtención de patentes en aquellas áreas relacionadas con los recursos naturales como la minería y en particular en la agricultura por las instituciones públicas de investigación, tales como la EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria, Brasil), el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina) y el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay).

Una cultura empresarial alejada de la innovación endógena: Con la excepción de Costa

Rica y en menor grado México, las estructuras productivas y las exportaciones muestran un perfil de exportación que contiene menos del 35% de productos manufacturados, de los cuales sólo el 10% tiene algunos componentes de alta tecnología (Lemarchand 2015). El desempeño nacional en las actividades de innovación depende de la habilidad de cada país en construir las capacidades endógenas necesarias para innovar y producir derrames de conocimiento en su sistema de producción. A pesar de lo que se declara dentro de las encuestas de innovación, los gastos empresariales en I+D en ALC representan una pequeña fracción del total nacional. En Israel, por ejemplo, el 80% de la inversión nacional en I+D proviene del sector privado/empresarial (UNESCO 2016). El aumento de la innovación requiere de políticas específicas y de un marco institucional adecuado para la coordinación entre los distintos actores. Los estudios nacionales de innovación muestran que el principal desafío de ALC está relacionado con la debilidad institucional que tienen las organizaciones responsables de la coordinación de las políticas CTI para implementar adecuadamente sus políticas⁵. Con excepción de algunos emprendimientos en Brasil, México, Chile y Uruguay el mercado de capitales de riesgo en ALC es prácticamente inexistente.

Estrategias de investigación e innovación para la inclusión social: Esta temática es parte del núcleo duro del paradigma de ciencia de la sostenibilidad y ALC es una de las regiones en donde esta temática ha sido desarrollada ampliamente (Dutrénit y Sutz, 2014). En particular, ha habido un intento de buscar soluciones a los problemas nacionales y locales, a través del uso de tecnologías disponibles para fomentar la inclusión social. Diversos programas exitosos se han implementado en países como Brasil (PROSOCIA, HABITARE), Colombia (Ideas para el Cambio), México (Fondos sectoriales vinculados al agua y al desarrollo social), Perú (INCAGRO y los

Centros de Innovación Tecnológica), Uruguay (Proyecto CEIBAL). ALC ha logrado consolidar una fuerte escuela de pensamiento vinculada a la innovación para la inclusión social, con la experiencia de haber implementado un conjunto de instrumentos de política específicos, a diferencia de lo ocurrido en otras regiones del planeta.

6. Alcanzando las metas del Objetivo 9 de Desarrollo Sostenible

Los Estados miembros de las Naciones Unidas acordaron en 2015 un conjunto de objetivos y metas a lograr en el año 2030. En particular el Objetivo 9 reúne una serie de metas vinculadas a la CTI (ver <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>) ¿Cuáles son las posibilidades que ALC pueda alcanzar los indicadores deseables de una sociedad del conocimiento para el año 2030?

En términos de las variables contextuales y de estabilidad política, es imprescindible fortalecer los sistemas democráticos, aumentar la eficiencia gubernamental y disminuir substancialmente la cultura de la corrupción. Éstas son condiciones imprescindibles para mejorar el desempeño de cualquier política pública. En el presente solo 7 países reúnen estas características (ver tabla 1 y figura 1).

En relación a las fases de los paradigmas TEO, el período 2016–2030 será el más sinérgico de las últimas cinco décadas y los distintos actores sociales tendrán actitudes de apoyo a los cambios propuestos. La sociedad demanda una ciencia articulada alrededor de la sostenibilidad y los contenidos están reflejados en *Programa en Pro de la Ciencia: Marco General de Acción* de la CMC y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Desde el punto de vista de la fisiología de los sistemas nacionales de investigación e innovación – considerando la naturaleza transversal de las actividades de CTI – será necesario

En términos de las variables contextuales y de estabilidad política, es imprescindible fortalecer los sistemas democráticos, aumentar la eficiencia gubernamental y disminuir substancialmente la cultura de la corrupción.

crear y fortalecer instituciones interministeriales que coordinen las distintas políticas públicas (articulación de las políticas científica, tecnológica, productiva, y de innovación con la educacional, de salud, de energía, exterior, etc.). La ausencia de coordinación genera efectos no deseados para la CTI (BID 2014, UNESCO 2016). Se necesita afianzar y depurar la capacidad normativa y gerencial para establecer prioridades, seguimiento y evaluación de las actividades de CTI. Es imprescindible aumentar substancialmente la matrícula en ciencias básicas e ingeniería, estableciendo incentivos apropiados y modificar los sistemas de evaluación para incorporar proyectos inter y transdisciplinarios (característicos de la ciencia de la sostenibilidad).

La integración regional puede ofrecer oportunidades no solo para ampliar el tamaño del mercado y superar las restricciones de escala para fomentar las actividades de innovación, sino también para compartir infraestructura de laboratorios, recursos financieros y humanos para la I+D.

Los sistemas nacionales de investigación e innovación de países desarrollados (economías basadas en la sociedad del conocimiento) disponen entre 5000 y 7000 investigadores EJC por cada millón de habitantes e invierten 2–4 % de su PIB en I+D. En 2015, el Consejo Científico Asesor de las Naciones Unidas recomendó una inversión en I+D cercana al 3% del PIB. Este dato es consistente con estudios sobre el valor óptimo de la inversión en I+D (Coccia 2009). Otros países emergentes mostraron que es posible cambiar substancialmente la situación en unas pocas décadas. Entre 1995–2015, China pudo pasar de 300 a 1200 investigadores EJC por millón de habitantes y de invertir del 0,5% al 2,2% de su PIB en I+D. Un camino similar recorrió Singapur.

ALC está invirtiendo a nivel regional un 25% del valor óptimo (3% PIB) con menos del 10% de los investigadores EJC que tienen los países desarrollados. Este valor está traccionado por Brasil, que por su tamaño y nivel de inversión (aprox. 1,5% PIB) nivela hacia arriba el promedio regional. Los países del Caribe, junto a El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua están muy lejos de esos valores.

Teniendo en cuenta que el número de investigadores EJC por millón de habitantes en ALC creció un 40% en los últimos 14 años, se puede asumir que sería razonable alcanzar los 750 investigadores EJC por millón de habitantes en el 2030. Por otro lado, la inversión en I+D se ha mantenido relativamente alrededor del 0,7% del PBI regional desde 1997. Es necesario aumentar substancialmente la inversión del sector privado diseñando instrumentos y mecanismos de incentivos para vincular los sectores de la demanda con los de la oferta. Sería razonable, fijar la meta de una inversión del 1% del PIB regional para el año 2030. Valor similar al propuesto durante la Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina (CASTALA) organizada por la UNESCO en cooperación con la CEPAL en 1965, cuando la región también se encontraba en la fase de acción del paradigma TEO anterior. Ahora, las condiciones de partida para alcanzar la meta son diferentes, en la región predominan los sistemas democráticos y algunos países ya se están comenzando a cosechar los primeros frutos de la investigación e innovación.

Notas:

- 1 Hart (1998) muestra que Vannevar Bush fue tan solo la figura emergente de un complejo proceso de formulación del primer contrato social de la ciencia, que sirvió para estructurar y concebir las instituciones que diseñaban, ejecutaban y promovían las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, en EEUU, Europa y luego también en ALC. El modelo lineal de la ciencia, comenzó, a formularse durante la Gran Depresión (1929–1933) y entre sus artífices, además de Bush, se encontraban, entre otros, Herbert Hoover (el ingeniero más importante de la época), Karl Compton (Presidente del MIT), Thurman Arnold (Fiscal General de EEUU) y Henry Wallace (Vicepresidente de los EEUU). Durante esta fase de *formulación* el grupo consensuó un modelo que hizo uso del generoso financiamiento que provenía del sector militar, asegurado por una elite política movilizadora por cuestiones de seguridad nacional.
- 2 Entre las figuras más destacadas de esa época encontramos a Alberto Aráoz, Fernando H. Cardoso, Aldo Ferrer, Celso Furtado, Rolando García, Máximo Halty, Amílcar Herrera, Helio Jaguaribe, José Leite Lopes, Carlos Martínez Vidal, Marcel Roche, Jorge Sábato, Francisco Sagasti, Osvaldo Sunkel, Víctor

Urquidí, Miguel Wionczek, entre muchos otros. Es también la época en donde aparecen instituciones de la talla de la Fundación Bariloche (c. 1963), fundada a impulsos de Carlos A. Mallmann y un conjunto de destacados académicos y empresarios. La misma se transformó rápidamente en un verdadero *think tank* regional. Por allí circularon la mayoría de los miembros de la “Escuela de Pensamiento Latinoamericano en CyT”. Entre sus muchos logros en el campo de la ciencia y el arte, la Fundación Bariloche tuvo la capacidad de desarrollar rápidamente un modelo mundial alternativo al del Club de Roma (c. 1972) elaborado en el MIT. El Modelo Mundial Latinoamericano (o de Bariloche) mostró que era posible proyectar normativamente el desarrollo del futuro de la humanidad, y lograr la meta de la superación total de la miseria y atraso en el mundo.

- 3 Así en 1964 el gobierno de facto de Brasil anula el proyecto de creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología. En 1966 otro gobierno de facto en Argentina, durante la llamada “Noche de los bastones largos”, avasalla el claustro universitario sacando a golpes a profesores, prominentes científicos y estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Esto generó la renuncia de prácticamente todo el personal de la facultad y propició una emigración masiva de científicos. Similares procesos de expulsión de talentos se vivieron también en Chile a partir de 1973. Unos años más tarde (1976–1983), la dictadura militar en Argentina, con niveles inauditos de represión y terrorismo de estado, destruyó prácticamente toda la investigación que se realizaba en las universidades.
- 4 En un reciente estudio de análisis bibliométrico de redes y del contenido de las publicaciones científicas, Bettencourt y Kaur (2011) muestran cómo el llamado paradigma de ciencia de la sostenibilidad se consolida como nueva área temática alrededor del año 2000, en coincidencia con la Conferencia Mundial de la Ciencia y con la predicción del modelo de ciclos largos.
- 5 Véase, por ejemplo, a nivel regional (Crespi y Dutrénit 2014, CEPAL 2015 y BID 2014); para Centroamérica (Pérez et al 2012), para Chile (OECD 2007, 2013); para Colombia (OECD 2014); para la República Dominicana (UNCTAD 2012); para El Salvador (UNCTAD 2011a); para Panamá (OECD 2015), para México (OECD, 2013) y de Perú (OECD 2011 y 2011b UNCTAD). La UNESCO está conduciendo actualmente un estudio en Guatemala que será publicado dentro de la colección GO→SPIN de perfiles nacionales de políticas en ciencia tecnología e innovación a fines de 2016.

Referencias

- Bettencourt, L.M.A. y Kaur, J. (2011) Evolution and structure of sustainability science, *PNAS*, 108 (49): 19540–19545.
- BID (2014) *Innovation, Science and Technology Sector Framework Document*, Competitiveness and Innovation Division, Inter American Developing Bank: Washington DC.
- Bush, V. (1945) *Science the Endless Frontier: A Report to the president on a Program for a Postwar Scientific Research*, US Government Printing Office: Washington, DC.
- CEPAL (2003) Ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible: una perspectiva latinoamericana y caribeña, *Serie Seminarios y Conferencias 25*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago.
- CEPAL (2015) European Union and Latin America and the Caribbean in the new economic and social context, Economic Commission for Latin America and the Caribbean: Santiago.
- Cetto, A. M., ed. (2000) *World Conference of Science-Science for the Twenty-first Century: A New Commitment*, UNESCO: París.
- Coccia, M. (2009) What is the optimal rate of R&D investment to maximize productivity growth?, *Technological Forecasting and Social Change*, 76: 433–446
- Crespi, G. y Dutrénit, G. (eds.) (2014) *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer: Nueva York.
- Dosi, G. (2000) *Innovation, Organization, and Economic Dynamics*, Edward Elgar: Cheltenham.
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.) (2014) *National Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, Edward Elgar Pub. Ltd.: Cheltenham.
- Freeman, C. (1982) *The Economics of Industrial Innovation*, The MIT Press: Cambridge.

- Freeman, C. editor (1983) *Long Waves in the World Economy*, Butterworths: Londres.
- Freeman, C. editor (1996) *Long Wave Theory*, ILCWE No. 69, Edward Elgar: Cheltenham.
- Finnemore, M. (1993) International Organizations as Teachers of Norms: The United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization and Science Policy, *International Organization*, 47 (4): 565–597.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P.; y Trow, M. (1994) *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*; Sage: Londres.
- Goldstein, J.S. (1988) *Long Cycles, Prosperity and War in Modern Age*, Yale University Press: New Haven.
- Grübler, A. y Nakicenovic, N. (1991) Long-waves, Technology, Diffusion and Substitution, *Review*, vol.14 (2): 313–342.
- Hart, D. M. (1998) *Forged Consensus: Science, Technology and Economic Policy in the United States, 1921–1953*; Princeton University Press: Princeton.
- Kleinman, D.L. (1995) *Politics on the Endless Frontier? Postwar Research Policy in the United States*, Duke University Press: Londres.
- Komiyama, H.; Takeuchi, K.; Shiroyama, H. y Mino, T. eds. (2011) *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press: Tokio.
- Kondratieff, N. D. (1926) Die Langen Wellen der Kojunktur, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 56 (3): 573–609. Una excelente traducción al inglés se puede encontrar en Kondratieff, N. D. (1979) The Long Waves in Economic Life, *Review*, 2 (4): 519–562.
- Kuhn, T. S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press: Chicago.
- Lemarchand, G. A. (1994) *La vinculación interna e internacional a la luz del nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología*, trabajo monográfico en la Maestría de Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología, Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 40 págs.
- Lemarchand, G. A. (2009) A cyclic model of long-term recurrences in societal processes: Application to the millenary behavior of Classical Music (950–2000), en V.M. Petrov y A. V. Kharuto, eds., *Arts Studies and Information Theory*, URSS Publisher: Moscú, págs. 234–244.
- Lemarchand, G.A. (2010) Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe durante las últimas seis décadas, en G.A. Lemarchand (ed.), *Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe, Estudios y Documentos de Política Científica en ALC*, vol. 1, UNESCO: Montevideo, págs. 15–145.
- Lemarchand, G.A. (2012) The long-term dynamics of co-authorship scientific networks: Iberoamerican countries (1973–2010), *Research Policy*, 41: 291–305.
- Lemarchand, G.A. (2015) Chapter 7: Latin America, en *UNESCO Science Report: Towards 2030*, UNESCO: París, págs. 174–209.
- Lemarchand, G.A. (2016) The scientific productivity and the dynamics of self-organizing networks: Iberoamerican and Caribbean countries (1966–2013) en M. Heitor H. Horta y J. Salmi (eds.) *Building Capacity in Latin America: Trends and Challenges in Science and Higher Education*. Springer: Nueva York, págs. 29–46.
- Lubchenco, J. (1998) Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science, *Science*, 279: 491–497.
- Mallmann, C. A. (1986) *Can the Dynamics of the Psycho-Social Satisfaction of the Identity Need, Provide the Explanation for the Tempo of the Economical-Technological and Political-Cultural Crisis?* Fun-

- dación Bariloche Publications: San Carlos de Bariloche.
- Mallmann, C. A. (1994) *¿Qué metas para la "Segunda" Argentina? 1995–2070*, AZ Editora: Buenos Aires.
- Mallmann, C. A. y Lemarchand, G. A. (1998) Generational Explanation of Long-Term "Billow-Like" Dynamics of Societal Processes, *Technological Forecasting and Social Change*, 59: 1–30.
- Marchetti, C. (1986) Fifty-year pulsation in human affairs, *Futures*, 17 (3): 376–388.
- Namenwirth, J. Z. y Weber, R.P. (1987) *Dynamics of Culture*, Allen & Unwin: Boston.
- OECD (2007) OECD Reviews of Innovation Policy: Chile. OECD: París.
- OECD (2011) OECD Reviews of Innovation Policy: Peru. OECD: París.
- OECD (2013a) Territorial Reviews: Antofagasta, Chile: 2013, OECD: París.
- OECD (2013b) OECD Reviews of Innovation Policy: Knowledge-based Start-ups in Mexico. OECD: París.
- OECD (2014) OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia. OECD: París.
- OECD (2015) OECD Reviews of Innovation Policy: Panama. OECD: París.
- Pérez, C. (1987) Revoluciones tecnológicas y transformaciones socio-institucionales en A. Cragolini (comp.) *Cuestiones de política científica y tecnológica, segundo seminario "Jorge Sábato"*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas: Madrid, págs. 37–78.
- Pérez, C. (2010) Technological revolutions and techno-economic paradigms, *Cambridge Journal of Economics*, 34: 185–202.
- Ramkisoorn, H. y Kahwa, I.A. (2015) Chapter 6: Caricom, en *UNESCO Science Report: Towards 2030*, UNESCO: París, pág.156–173.
- Rosemberg, N. y Frischtak, C. (1994) Technological Innovation and Long Waves en N. Rosemberg (ed.), *Exploring the Black Box: Technology Economics and History*; Cambridge University Press: Cambridge, pág.62–84.
- Sagasti, F. (2004) *Knowledge and Innovation for Development: The Sisyphus Challenge of the 21st Century*, Edward Elgar: Cheltenham, UK.
- Sagasti, F. (2013) *Ciencia, tecnología e innovación: políticas para América Latina*, Fondo de Cultura Económica: Lima.
- Spaey, J.; Defay, J.; Ladriere, J.; Stenmans, A. y Wautrequin, J. (1971) *Science for Development: An essay on the origin and organization of national science policies*, UNESCO: París.
- Standke, K.H. (2006) Sixty years of UN and UNESCO, Science and technology in global cooperation: the case of the United Nations and UNESCO, *Science and Public Policy*, 33 (9): 627–646.
- Strauss, W., y Howe, N. (1991) *Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069*. William and Morrow Co.: Nueva York.
- Strauss, W., y Howe, N. (1997) *The Fourth Turning*. Broadway Books: Nueva York.
- UNCTAD (2011a) *Science, Technology and Innovation Policy Review: El Salvador*. UNCTAD: Ginebra.
- UNCTAD (2011b) *Science, Technology and Innovation Policy Review: Peru*. UNCTAD: Ginebra.
- UNCTAD (2012) *Science, Technology and Innovation Policy Review: Dominican Republic*. UNCTAD: Ginebra.
- UNESCO (1986) *Conference of Ministers responsible for the Application of Science and Technology to Development in Latin America and the Caribbean CASTALAC II*, Brasilia 20–26 August, 1985. UNESCO: París.
- UNESCO (2010) *Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe*, G.A. Lemarchand (ed.),

Estudios y Documentos de Política Científica en ALC, vol. 1, UNESCO: Montevideo.

UNESCO (2016) Mapping Research and Innovation in the State of Israel, en Eran Leck, Guillermo A. Lemarchand and April Tash,

eds. *GO→SPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy*, vol. 5. UNESCO: París.

Ziman, J. (1994) *Prometheus Bound: Science in a dynamic steady state*, Cambridge University Press: Cambridge.

Tabla 3: Principales características, propiedades, políticas económicas y de CTI, instituciones internacionales y regionales y estrategias político-institucionales de los dos paradigmas TEO que predominaron en ALC durante 1945–2016. En las notas finales se describen las siglas*. Fuente: versión actualizada de la Tabla 16 en Lemarchand (2010)

Período	1945–1959	1960–1973	1974–1987	1988–2001	2002–2015	2016–2030
Fase	Sinérgica		Antagónica		Sinérgica	
	Organización	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Acción
Características del paradigma tecno-económico y organizacional (TEO) dentro de cada fase	<p>Se organizan instituciones que permite desarrollar el paradigma TEO formulado en el período anterior: Modelo lineal de desarrollo y Contrato Social de la Ciencia propuesto por V. Bush (1945)</p> <p>El énfasis se pone en crear una estructura de oferta en ciencias básicas</p>	<p>Los consejos nacionales de investigación se difunden en la región y se comienzan a consolidar las actividades de I+D apoyadas por el sector público.</p> <p>Se piensa en nuevos mecanismos de estímulo para la generación de tecnología endógena.</p> <p>Surge la necesidad de reducir los costos de importación de tecnología; y de producir tecnología propia</p> <p>Surge la teoría de analizar las políticas CTI a través de un estudio sistemático de los instrumentos de política empleados por los países</p> <p>Época de Oro del Pensamiento Latinoamericano sobre políticas en ciencia, tecnología e innovación.</p>	<p>Teoría de autonomía nacional versus dependencia</p> <p>Se comienza a cuestionar la validez del paradigma del modelo lineal de la ciencia, se ensayan modelos alternativos</p> <p>Surgen iniciativas de promover el cambio tecnológico en las empresas; vincular oferta y demanda de la CyT</p> <p>Se propone la creación de mecanismos para favorecer la cooperación regional en CTI en ALC</p> <p>Se formula el Modelo Mundial Latinoamericano (1975) cuestionando al modelo de límites al crecimiento del Club de Roma (1972).</p>	<p>Predominan ideas que consideran que la intervención estatal es nociva y que el mercado resuelve los problemas de CyT</p> <p>Surge la necesidad de formular un nuevo contrato social de la ciencia. Se consolida la noción del paradigma transdisciplinar de la “ciencia de la sostenibilidad”</p> <p>Aparecen nuevos ministerios de CyT y otros tipos de instituciones vinculadas a la CTI en ALC, con enfoques desde la demanda. Nacen los fondos sectoriales.</p> <p>Surgen los primeros marcos legales que estructuran las actividades de ciencia, tecnología e innovación en la región, aparecen nuevos instrumentos de promoción, surgen fondos concursables para la innovación tecnológica.</p> <p>Las Naciones Unidas acuerdan los Objetivos del Milenio para el período 2000–2015 (CTI no aparece en forma explícita)</p>	<p>Comienza la necesidad de organizar un nuevo paradigma TEO optimizando la existencia de “redes” donde, la innovación y la creatividad, la inclusión social, el desarrollo sostenible, el cambio climático, la mitigación de los desastres naturales y la cooperación Sur-Sur y Norte-Sur-Sur, son las claves (paradigma de la ciencia de la sostenibilidad)</p> <p>Las TIC crean nuevas posibilidades de segmentación de los mercados, aparecen nichos especializados, únicos y personalizados, con un mercado de escala global.</p> <p>Las Naciones Unidas acuerdan los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el período 2016–2030. El objetivo 9 plantea explícitamente la necesidad de desarrollar los sistemas nacionales de CTI</p>	<p>Los Estados miembros del sistema de las Naciones Unidas combinan sus esfuerzos para articular sus políticas CTI para alcanzar los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”</p> <p>Acceso a bases de datos globales, procesos de innovación colaborativos y abiertos,</p> <p>Banco de datos tecnológicos para los países menos desarrollados</p> <p>Enfoque estratégico: visión, selectividad, secuencia, flexibilidad</p> <p>Perspectiva de largo plazo, anticipación y persistencia</p> <p>Trabajo interdisciplinario</p> <p>Desplazamiento de la distribución geográfica y los patrones de comercio internacional (cadenas productivas y de valor)</p>

Período	1945–1959	1960–1973	1974–1987	1988–2001	2002–2015	2016–2030	
Fase	Sinérgica		Antagónica		Sinérgica		
	Organización	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Acción	
Entorno económico	Exportación de productos primarios; primera industrialización sustitutiva (ISI) de manufacturas ligeras (bienes de consumo no duraderos). En una segunda etapa se producen desequilibrios en las balanzas de pagos por los requerimientos de la industria nacional de bienes de capital e insumos críticos del exterior para la producción local.	Segunda etapa de industrialización por sustitución de importaciones; sustitución de bienes duraderos. Entrada masiva de capitales extranjeros (sector automotriz, de electro-domésticos, farmacéutico, etc.) Se anuncia la "Alianza para el Progreso". En los setenta Brasil comienza con una tercera fase de sustitución de algunos bienes tecnológicos. Países de menor desarrollo comienzan aquí con la primera etapa de ISI.	Agotamiento de la sustitución de importaciones; inicio y despliegue de la crisis (deuda externa; inflación, déficit en la balanza de pagos)	Inflación; crisis financieras; ajuste macroeconómico, modelo neoliberal, Consenso de Washington Globalización Crisis del Efecto Tequila (México, 1994) Crisis del Efecto Tango (Argentina, 2001)	Crecimiento; se elevan los precios de los <i>commodities</i> , Asia establece una demanda creciente de alimentos, exuberancia irracional; mejora de términos de intercambio, crisis financiera internacional		
Políticas de CTI predominantes	Creación de infraestructuras de investigación en universidades y entidades públicas (energía atómica, tecnología agropecuaria, medicina, ciencias básicas, tecnología industrial);	Establecimiento de Consejos Nacionales de Investigación Regulación de inversión extranjera; Registro de contratos de licencia; Eliminación de sobrepagos y pagos de transferencia; Regulación de la propiedad intelectual; Fomento de la investigación tecnológica en institutos públicos	Articulación de políticas implícitas y explícitas; Análisis de comportamiento de actores en CyT; Mutación de los Consejos de Investigación en Consejos de CyT; Rescate selectivo de tecnologías tradicionales	Controlar la inflación, reducir los desequilibrios, ajustes estructurales; se afecta al sistema CTI; La CTI deja de ser importante en la agenda política (excepto en Brasil y Chile); Reducción del gasto público (también en CTI); Privatización y re-estructuración productiva (desaparición de empresas y capacidades endógenas en CTI de origen público y privado de capitales nacionales). Importancia creciente de los mecanismos de propiedad intelectual y del pago de regalías de patentes (en particular las empresas farmacéuticas y biotecnológicas).	Retorno de la estrategia: planeamiento y eficiencia; De consejos de CyT a consejos de innovación; Promoción de exportaciones (calidad, mercados, financiamiento, información, cadenas productivas); Promoción y financiamiento de la innovación; Se crean los <i>fondos sectoriales</i> como instrumentos de promoción de la I+D en áreas estratégicas Incorporación de nuevas tecnologías en el sistema productivo y en todos los otros aspectos de la actividad humana. Algunos ejemplos son: tecnologías de información y comunicación; biotecnologías; energías renovables; biocombustibles; tecnologías de hidrógeno; nanotecnologías (?); etc.	Comienzan a aparecer los doctorados en "ciencia de la sostenibilidad" donde se entrena a los nuevos científicos dentro de un marco transdisciplinar orientados a resolver problemas complejos vinculados a la sociedad y el ambiente. Se cambia la tendencia de financiar horizontalmente las actividades de CTI y empiezan a surgir y difundirse los llamados "fondos sectoriales" Aparecen fondos regionales y globales para financiar la cooperación científica y tecnológica en áreas de interés estratégico para conjuntos de países. Aparecen nuevos instrumentos de política para transformar el <i>brain-drain</i> en <i>brain-gain</i>	

Período	1945–1959	1960–1973	1974–1987	1988–2001	2002–2015	2016–2030
Fase	Sinérgica		Antagónica		Sinérgica	
	Organización	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Acción
Fechas de inicio de actividades de distintas organizaciones internacionales que se relacionan con la CTI en ALC	BM (1944); FMI (1945); ONU (1945); UNESCO (1946); GATT (1947); OEA (1948); CEPAL (1948); LASCO UNESCO (1949); OIEA (1957); FLACSO (1957); OPS (1958); BID (1959).	OCDE (1960) MCCA (1960); CLAF (1962); UNTAD (1964); UN-ACAST (1964); PNUD (1965); CLAQ (1966); ONUDI (1966); CLACSO (1967); Acuerdo de Cartagena (1969); IDRC (1970); UN-CSTD (1971); CLAB (1972); IFS (1972); UNU (1973) CARICOM (1973).	SELA (1975); CTCAP (1976); CRESALC (1978); SECAB (1978); ALADI (1980); ACAL (1982); ALTEC (1984); CYTED (1984); OEI (1985).	MERCOSUR (1991); RECYT (1993); CEFIR (1993); SICA (1993); TLCAN (1994); UE (1994); OMC (1995); RICYT (1995); CAN (1996); AECID (1998); IESALC (1998) PROSUL (2000).	Oficina Regional del ICSU para ALC (2002); SEGIB (2003); IANAS (2004); CAFTA-RD (2005); UNASUR (2008).	
Conferencias del sistema de las Naciones Unidas, regionales y globales, acerca de la ciencia, la tecnología y el desarrollo	II Conferencia General de la UNESCO (México, 1947) Reunión de Expertos en Ciencia de ALC - UNESCO (Montevideo, 1948) VIII Conferencia General de la UNESCO (Montevideo, 1954) I y II Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre las Aplicaciones Pacíficas de la Energía Atómica (Ginebra, 1955 y 1958)	UNESCO (Caracas, 1960); Conferencia de las Naciones Unidas de la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo (Ginebra, 1963); UNESCO CASTALA (Santiago, 1965); UNESCO (Bs. Aires, 1966); UNESCO (Caracas, 1968); UNESCO (Santiago, 1971) Reunión sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo de la CEPAL (Santiago, 1973);	UNESCO (México, 1974); UNESCO (La Paz, 1978); Conferencia de las Naciones Unidas de la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo (Viena, 1979); UNESCO (Quito, 1981); UNESCO CASTALAC II (Brasilia, 1985).	UNESCO (Quito, 1988); UNESCO (Bariloche, 1998) Conferencia de Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo (Rio de Janeiro, 1992) UNESCO (Santo Domingo, 1999); UNESCO-ICSU Conferencia Mundial de la Ciencia (Budapest, 1999) Aquí se explicitan los contenidos del nuevo paradigma TEO sobre la ciencia para el desarrollo sostenible	CEPAL Taller Regional sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible (Santiago, 2002) UNESCO (Buenos Aires, 2005); UNESCO (La Habana, 2005); CEPAL-UNCTAD (Santiago, 2008); UNESCO (México, 2009); UNESCO (Buenos Aires, 2009); Rio+20: Conferencia de desarrollo sostenible de Naciones Unidas (Rio de Janeiro, 2012) UNESCO-ICSU-ABC-ACH Foro Mundial de la Ciencia (Rio de Janeiro, 2013)	Foro multi- sectorial sobre ciencia, tecnología e innovación para la promoción de los objetivos del desarrollo sostenible (Nueva York, 2016) UNESCO CILAC (Montevideo, 2016)

Período	1945–1959	1960–1973	1974–1987	1988–2001	2002–2015	2016–2030
Fase	Sinérgica		Antagónica		Sinérgica	
	Organización	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Acción
Conferencias y principales acciones de la OEA en ciencia, tecnología y desarrollo	<p>Creación de la Sección de Ciencia y Tecnología de la OEA (1948), se inicia la publicación de la revista: “<i>Ciencia y Tecnología</i>”;</p> <p>Primera Conferencia Interamericana de Energía Nuclear (Washington, 1959).</p>	<p>Creación de la División de Fomento Científico de la OEA (1960);</p> <p>Se inicia la publicación de la revista <i>Ciencia Interamericana</i> (1960);</p> <p>Primera reunión Interamericana de Ciencia y Tecnología (Washington, 1964);</p> <p>Conferencia de Presidentes de Punta del Este (1967);</p> <p>Creación del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico PRDCT-OEA (1968);</p> <p>Proyecto Piloto de Transferencia de Tecnología – Conferencia de Viña del Mar (1969)</p> <p>Conferencia Especializada sobre la aplicación de la CyT al Desarrollo de ALC (Brasilia, 1972).</p>	<p>Primera Reunión de Ministros Responsables de la Ciencia y Tecnología (Cartagena, 1976).</p>	<p>MERCOCYT (1994);</p> <p>Declaración de Cartagena y Plan de Acción (Cartagena, 1996)</p> <p>Fundación del Programa Interamericano de Ciencia y Tecnología (Washington, 1999).</p>	<p>I Reunión de Ministros y Altas Autoridades de CyT de las Américas (Declaración de Lima, 2004).</p> <p>II Reunión de Ministros y Altas Autoridades de CyT de las Américas (Declaración de México, 2008).</p> <p>III Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología (Ciudad de Panamá, 2011)</p> <p>IV Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología (Ciudad de Guatemala, 2015)</p>	
Principales reuniones intergubernamentales relacionadas con la CTI en Iberoamérica (**)	-----	-----	<p>Seminario Iberoamericano “Jorge Sábato” de Política Científica (Madrid, 1984)</p> <p>Reunión Iberoamericana de Parlamentarios en CyT (Madrid, 1985)</p> <p>Cuestiones de Política Científica y Tecnológica – Segundo Seminario “Jorge Sábato” (Madrid, 1986)</p>	<p>Cumbre Iberoamericana de la Ciencia y la Tecnología (Sevilla, 1992)</p>	<p>Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología de la Comunidad Iberoamericana de Naciones (Madrid, 2003);</p> <p>XIX Cumbre Iberoamericana: Creación del programa iberoamericano de innovación tecnológica y del Foro Iberoamericano bianual sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (Lisboa, 2009).</p>	

Período	1945–1959	1960–1973	1974–1987	1988–2001	2002–2015	2016–2030
Fase	Sinérgica		Antagónica		Sinérgica	
	Organización	Acción	Cuestionamiento	Formulación	Organización	Acción
Programas y políticas del BID en CTI		<p>Fortalecimiento de la oferta.</p> <p>Foco: Desarrollo infraestructura física, especialmente en las universidades, laboratorios y centros de investigación</p> <p>En este período se otorgaron 3 préstamos</p> <p>Países:</p> <p>México (1962): equipo e instrumental de laboratorio;</p> <p>Argentina (1966): equipamiento y edificios para el desarrollo de la metalurgia moderna</p> <p>Brasil (1973): instalación de equipos y edificios en 8 centros de excelencia</p>	<p>Fortalecimiento de la oferta.</p> <p>Foco: Desarrollo de la capacidad de investigación</p> <p>Creación de departamentos de ciencias básicas: física, química, matemáticas y biología, construcción de laboratorios y centros de excelencia.</p> <p>Financiación de becas para maestrías y doctorado.</p> <p>Líneas de créditos a para transferencias de tecnologías a la industria.</p> <p>Países:</p> <p>Argentina (1979, 1986), Brasil (1976, 1982, 1983), Colombia (1982), Costa Rica (1988) y México (1977, 1979, 1981).</p>	<p>Énfasis en la demanda y competitividad, fortalecimiento institucional</p> <p>Foco: Investigación aplicada y desarrollo experimental</p> <p>Colaboración universidad-empresa</p> <p>Subvenciones competitivas</p> <p>Organismos de financiación de las ciencias e innovación</p> <p>Países:</p> <p>Argentina (1993, 1999), Brasil (1991, 1995), Chile (1992), Colombia (1989, 1995), Costa Rica (1988), Ecuador (1995), Panamá (2000), Paraguay (2001), Venezuela (1990, 1999), Uruguay (1991, 2000)</p>	<p>Articulación entre demanda – oferta, desarrollo de sistemas nacionales de innovación</p> <p>Foco: Competitividad tecnológica, Innovación en el sector privado e inclusión social, Infraestructura de tecnología de la Información</p> <p>Subvenciones competitivas</p> <p>Organismos de financiación de las ciencias e innovación</p> <p>Países con operaciones de préstamo:</p> <p>Argentina (2006, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014), Barbados (2009), Brasil (2006, 2007, 2009), Colombia (2010), El Salvador (2012, 2014), Guyana (2002, 2006), Jamaica (2002), Panamá (2008), Paraguay (2005),</p> <p>Perú (2005, 2010, 2012),</p> <p>Rep. Dominicana (2010, 2013), Uruguay (2006, 2008, 2012)</p> <p>Países con operaciones de cooperación técnica:</p> <p>Argentina (2010, 2012), Brasil (2009, 2010, 2013), Colombia (2010, 2012), Costa Rica (2011, 2012), El Salvador (2012), México (2011), Perú (2014), Panamá (2012), Paraguay (2013), Regional (2008–2014), Trinidad y Tobago (2013), Uruguay (2013)</p>	

* SIGLAS: ABC: Academia Brasileira de Ciências; ACAL: Academia de Ciencias de América Latina; ACH: Academia de Ciencias de Hungría; AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo; ALADI: Asociación Latinoamericana de Integración; ALTEC: Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica; BID: Banco Interamericano de Desarrollo; BM: Banco Mundial; CAFTA-RD: Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América; CAN: Comunidad Andina de Naciones; CARICOM: Comunidad del Caribe; CASTALA: Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina; CASTALAC: Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina y el Caribe; CEFIR: Centro de Formación para la Integración Regional; CEPAL: Comisión Económica Para América Latina y el Caribe; CLAB: Centro Latinoamericano de Biología; CLACSO: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales; CLAF: Centro Latinoamericano de Física; CLAQ: Centro latinoamericano de Química; CRESALC: Centro Regional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe; CTCAP: Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá; CYTED: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo; FLACSO: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales; FMI: Fondo Monetario Internacional; GATT: General Agreement on Trade and Tariffs; IANAS: Red Interamericana de Academias de Ciencias; ICSU: Consejo Internacional de Ciencias; IDRC: Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo; IESALC: Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe; IFS: Fundación Internacional para la Ciencia; INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; ISI: Industrialización por Sustitución de Importaciones, LASCO: Centro de Cooperación Científica de la UNESCO para América Latina; MCCA: Mercado

Común Centroamericano; OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; OEA: Organización de Estados Americanos; OEI: Organización de Estados Iberoamericanos; OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica; OMC: Organización Mundial del Comercio; ONU: Organización de las Naciones Unidas; ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial; OPS: Organización Panamericana de Salud; MERCOCYT: Mercado Común de Conocimiento Científico y Tecnológico; MERCOSUR: Mercado Común del Sur; PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; PRDCT-OEA: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos; PROSUL: Programa Sud-Americano de Apoyo a las Actividades de Cooperación en Ciencia y Tecnología; RECYT: Reunión Especializada en Ciencia y Tecnología del MERCOSUR; RICYT: Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología; SECAB: Secretariado del Convenio Andrés Bello; SEGIB: Secretaría General Iberoamericana; SELA: Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe; SICA: Sistema de la Integración Centroamericana; TLCAN: Tratado de Libre Comercio de América del Norte; UE: Unión Europea; UN-ACAST: Comité Asesor sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología de las Naciones Unidas; UNASUR: Unión de Naciones Suramericanas; UN-CSTD: Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas; UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo; UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Cultura y la Educación; UNU: Universidad de las Naciones Unidas. (**) No incluye las reuniones anuales del programa CYTED.

Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO
para América Latina y el Caribe
UNESCO MONTEVIDEO
Luis Piera 1992, piso 2 (Edificio MERCOSUR)
Montevideo 11200
Tel. (598) 2413 2075
Uruguay

montevideo@unesco.org
www.unesco.org/montevideo