



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# El desarrollo de la informática y la computación en Uruguay desde 1990

Federico Defranco  
[cdefranco@fing.edu.uy](mailto:cdefranco@fing.edu.uy)  
Jorge Rasner  
[jrasner@fing.edu.uy](mailto:jrasner@fing.edu.uy)

Serie documentos de trabajo  
N° 1/23

Abril, 2023

ISSN: 2982-4176

Universidad de la República  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Inserción Social del Ingeniero  
Montevideo, Uruguay



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional.

Forma de citación sugerida para este documento:

Defranco, Federico; Rasner, Jorge (2023). El desarrollo de la informática y la computación en Uruguay desde 1990. (Serie Documentos de Trabajo; 1/23). Montevideo, Uruguay: Universidad de la República. Facultad de Ingeniería, Departamento de Inserción Social del Ingeniero.

## Resumen

En el presente trabajo se analiza la situación del desarrollo productivo y científico-tecnológico del Uruguay y su relación con el contexto latinoamericano a efectos de comprender la emergencia y consolidación de las tecnologías de la Información y la Comunicación en el contexto local a partir de la década del 90 del siglo pasado. En primer lugar, destacamos el patrón de especialización productiva en recursos naturales que, para el caso uruguayo, se ha ido profundizando aún más con la reciente incorporación de la producción cerealera, que junto a la cárnica constituyen por lejos el grueso de las exportaciones del último período. No obstante, se han propuesto en no pocas ocasiones a lo largo de la historia reciente, proyectos industrializadores que apuntan a incorporar productos y procesos tecnológicamente innovadores que impacten sobre la producción en su conjunto, proporcionando contenido tecnológico medio o alto que transformaría la estructura productiva a través de la valorización de las cadenas productivas. Esta estrategia busca romper con la dependencia y la vulnerabilidad ante la dinámica cambiante de precios internacionales y la volatilidad consecuente que comporta la especialización productiva en bienes primarios. Estas estrategias focalizan, por tanto, su orientación en el desarrollo científico-tecnológico como fuente de innovación. Una de ellas es el desarrollo en informática y computación, en tanto tecnología multipropósito, capaz de generar desarrollo productivo y social que rompa la dinámica que impone la división internacional del trabajo.

**Palabras clave:** tecnologías de la información y comunicación; desarrollo científico tecnológico en Uruguay; innovación; desarrollo productivo y social

## Abstract

This paper analyzes the situation of productive and scientific-technological development in Uruguay and its relationship with the Latin American context in order to understand the emergence and consolidation of Information and Communication Technologies in the local context from the decade of the 90 of the last century. In the first place, we highlight the pattern of productive specialization in natural resources that, in the Uruguayan case, has been further deepened with the recent incorporation of cereal production, which together with meat constitute by far the bulk of exports in the last period. However, on many occasions throughout recent history, industrialization projects have been proposed that aim to incorporate technologically innovative products and processes that impact production as a whole, providing medium or high technological content that would transform the productive structure through the valorization of the productive chains. This strategy seeks to break dependency and vulnerability to the changing dynamics of international prices and the consequent volatility that productive specialization in primary goods entails. These strategies therefore focus their orientation on scientific-technological development as a source of innovation. One of them is the development of informatics and computing, as a multipurpose technology, capable of generating productive and social development that breaks the dynamics imposed by the international division of labor.

**Key words:** information and communication technologies; scientific-technological development in Uruguay; innovation; productive and social development

<b>Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>0) Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>1) Antecedentes: El proceso nacional y los procesos regionales de desarrollo científico-tecnológico.....</b>	<b>8</b>
1.1) El punto de partida: el desarrollo científico-tecnológico en la región durante el período 1940-1980.....	8
1.2) La apertura económica de la década del 90.....	9
<b>2) Ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: historia reciente.....</b>	<b>10</b>
<b>3) El desarrollo de la informática y la computación en Uruguay desde los 60s hasta 1973: el período de la fundación.....</b>	<b>14</b>
<b>4) La informática en la UdelaR desde 1985: el período de la refundación.....</b>	<b>15</b>
<b>5) Investigación y desarrollo en las TI: la academia y el sector productivo.....</b>	<b>16</b>
<b>6) Condiciones para el desarrollo de las TI y las TIC.....</b>	<b>17</b>
<b>7) Análisis del vínculo academia-sector productivo en el ámbito de las TIC.....</b>	<b>19</b>
<b>8) Resumen de experiencias de formación actual en TICs en el mundo.....</b>	<b>21</b>
<b>Bibliografía de referencia y consultada.....</b>	<b>22</b>

## 0) Introducción

Conviene, en primer lugar, poner en contexto la situación del desarrollo productivo y científico-tecnológico del Uruguay y su relación con el contexto latinoamericano.

Una atinada observación de Bértola y Ocampo nos permitirá comprender adecuadamente el panorama de la región en general y la de Uruguay en particular:

*“Desde los tiempos de la conquista, y pasando por diversos momentos de reformulación de sus lazos con la economía mundial, y aun cuando algunos países han logrado diversificar sus estructuras productivas y acceder a mercados internacionales de manufacturas y servicios, el grueso de los países de América Latina no ha logrado superar un patrón de especialización productiva basado en la explotación de los recursos naturales. Más allá de fluctuaciones y coyunturas diversas para diferentes bienes, ese patrón de especialización productiva ha inhibido a América Latina de acceder a los segmentos más dinámicos del mercado mundial, ya sea desde el punto de vista tecnológico, como desde el punto de vista de la expansión de la demanda. Ese patrón de especialización, junto con el acceso marcadamente cíclico a los mercados de capitales, también contribuye a explicar la alta volatilidad de la región, que es en sí misma una amenaza para el desarrollo económico.” (Bértola y Ocampo, 2013, 13-14)*

Una serie de insumos para la reflexión pueden extraerse de esta cita. En primer lugar, el patrón de especialización productiva en recursos naturales que, para el caso uruguayo, se ha ido profundizando aún más con la reciente incorporación de la producción cerealera, que junto a la cárnica constituyen por lejos el grueso de las exportaciones del último período. El fuerte crecimiento y concentración en estos productos exportables ha obedecido, aunque de manera cíclica, al aumento de los precios internacionales más que a factores de otro tipo como el incremento de valor agregado vía innovación tecnológica o a un sistemático aumento de la productividad. Asimismo, esta expansión concentrada en pocos bienes primarios ha inhibido el desarrollo de otro tipo de industrias dinámicas que empleen una mayor cantidad de valor agregado, las que requieren inversión de capital en condiciones de relativa incertidumbre.

Por otra parte, esta concentración de la producción en escasos bienes resulta en una extrema dependencia de los ciclos y oscilaciones de precios internacionales, sobre los cuales, tanto la región en general como Uruguay en particular, tienen una insignificante incidencia, generándose el fenómeno de la “volatilidad” de precios, las oscilaciones de la demanda y la consecuente imposibilidad de establecer políticas públicas que apunten al desarrollo social en el largo e incluso mediano plazo. Sucediéndose de tal forma períodos de expansión económica, aunque con una muy inequitativa distribución de los beneficios, seguidos de períodos de contracción que desembocan en profundas crisis tanto económicas como políticas (balanza de pagos deficitaria, endeudamiento público y privado, reducción del espacio fiscal, caída del salario real, aumento del desempleo y la pobreza, etc.).

Esta es la situación actual, pero como se ha mencionado, ha sido el patrón que ha caracterizado la evolución de la economía uruguaya y latinoamericana y sus turbulencias políticas. Desde luego, esto ha sido motivo de debates en la arena política que quizá puedan sintetizarse en dos grandes vertientes ideológicas y conceptuales: por un lado quienes sostienen que este patrón de desarrollo es conveniente, pero debe ser profundizado y

deben adoptarse salvaguardias a través de una mayor diversificación de mercados que absorban una mayor cantidad de productos primarios. Por otro lado, están quienes sostienen y propugnan por una diversificación de mercados, pero también por una diversificación de la producción, poniendo el acento en la adopción y desarrollo de conocimiento propio, aplicado ya sea en el propio proceso de producción o a través del desarrollo de bienes de consumo final o intermedio.

Es claro que estas dos líneas estratégicas se resumen aquí de forma esquemática y no reflejan la gran diversidad de matices ideológicos que intervienen en el debate. Tomamos el riesgo de presentar esta síntesis en la medida en que nos permitirá percibir con mayor claridad cómo desde diversos ámbitos, incluido el ámbito académico, se han propuesto en múltiples ocasiones a lo largo de la historia reciente, proyectos industrializadores que incorporen productos y procesos innovadores que impacten sobre la producción en su conjunto, proporcionando un alto contenido tecnológico que transformaría la estructura productiva a través de la valorización de las cadenas. Y aclaramos desde ya que no se trata de escoger entre producción de bienes primarios o producción de bienes intensivos en conocimiento; sino, por un lado, de sumar a estos últimos como producción en sí misma; y, por otro, propender a dotar de mayor dinamismo a la economía con su incorporación, dotándola de sinergia intersectorial con tecnologías innovadoras multipropósito de carácter horizontal que se difundan y generen cadenas y circuitos virtuosos de demanda de bienes, servicios y recursos humanos a través de la generación de habilidades y competencias, problemas y tentativas de solución que convoquen a un amplio espectro de técnicos e investigadores. Acaso, esta estrategia encamine a romper con la dependencia y la vulnerabilidad ante la dinámica cambiante de precios internacionales y la volatilidad consecuente que comporta la especialización productiva en bienes primarios a la que se hizo mención.

Más arriba se aludió a que desde el ámbito académico uruguayo se han hecho propuestas respecto a los modelos necesarios para impulsar el desarrollo nacional. Se tomará como emblemático para el presente trabajo un ejemplo que entendemos significativo, aunque no el único, desde luego. Haremos foco inicialmente en el área de las tecnologías de la información, parte de un proyecto de transformación de la matriz productiva a través de la incorporación de conocimientos científico-tecnológicos impulsado Oscar Maggiolo, rodeado de un conjunto de académicos y políticos que compartieron sus propósitos. Como tal constituye una iniciativa que tiene en este proceso de desarrollo y consolidación una apuesta para que la generación e incorporación de conocimiento se torne operante en el marco del sistema productivo como una vía posible de transformación estructural de la economía uruguaya. Vía que analizaremos desde diferentes perspectivas a lo largo de la investigación que se presenta. Nuestro interés en Oscar Maggiolo se fundamenta en que desde su posición como Decano de la Facultad de Ingeniería primero, y Rector de la UDELAR después, durante la década del 60 y principios del 70 del siglo pasado, promovió la construcción de una academia fuerte e implicada que mantuviera, desde su rol de productora de conocimientos y formadora de profesionales competentes, un estrecho contacto con los proyectos de desarrollo nacional a través del trabajo conjunto con las empresas y el Estado.

*“El propósito de Maggiolo fue el de generar polos de desarrollo científico-tecnológicos,*

*radicados fundamentalmente en la Universidad de la República, que tuvieran por objeto la producción de conocimiento e innovación para asistir al sector productivo uruguayo. Para tal fin Maggiolo parte de la convicción de que la palanca clave para el desarrollo de un sistema económico nacional e independiente es la inversión en recursos e infraestructura, orientado a la investigación y el desarrollo de productos de manera tal de insertar este conocimiento en la cadena productiva y poder, así, emprender una ruta de crecimiento que habría de romper con la situación de dependencia que supone una economía sustentada en el sector primario y con escaso aporte de valor agregado a los bienes que elabora. En virtud de lo anterior, su propuesta se enmarca en el debate sobre las efectivas posibilidades de generar una ruta de crecimiento que ofrecía el Uruguay de mediados del siglo XX, inmerso en un contexto de subdesarrollo y dependencia.” (Rasner, 2020, 13)*

Al cabo de décadas, esta situación estructural de la economía y la producción regional, permanece incambiada y se suceden los diagnósticos que una y otra vez señalan las mismas debilidades. Así, la economista Mariana Mazzucato, en un reciente informe para la CEPAL de 2022, expresa:

*“Sin embargo, son los retos estructurales de América Latina y el Caribe los que suponen mayores obstáculos: la dependencia de la región de los recursos naturales, su baja productividad, su débil capacidad institucional y de gobernanza y su limitado margen fiscal, por nombrar sólo cuatro.” (Mazzucato, 2022, 5)*

Esta reiteración de diagnósticos coincidentes a lo largo de un extenso período de tiempo permite aquilatar aún más el propósito que persiguió la fundación de Institutos y la generación de proyectos tanto productivos como académicos que buscaron romper con la situación de dependencia. Entre estos proyectos cuenta de manera sobresaliente el cómo y el porqué de un Instituto, finalmente incorporado a la Facultad de Ingeniería de UDELAR, dedicado a la docencia, investigación y extensión de un área por entonces relativamente nueva como eran las tecnologías de la información, TI, y su importancia en la promoción del desarrollo nacional.

Muy brevemente es necesario consignar que este Instituto ha tenido cuatro períodos:

- I. el período de la primera fundación o inicios, que va de 1966 a 1973;
- II. el período de la dictadura militar, desde la intervención de la Universidad en 1973 hasta el año 1985;
- III. el período de la segunda fundación o refundación del Instituto de Computación, que va de 1985 al 2000 y
- IV. el presente, que comienza en el año 2000.<sup>1</sup>

De estos cuatro períodos hay tres que destacan por sus consecuencias futuras: el primero y fundacional, cuando se apostó por una visión estratégica que generara capacidades propias para el desarrollo de proyectos productivos de envergadura, ya que se percibió el desarrollo de las TI asociado al diseño, implementación, puesta en marcha y sustentabilidad de

---

<sup>1</sup> Esta periodización ha sido tomada de Bermúdez, Cabezas y Urquhart, *De Clementina al e-mail. Una aproximación a la historia de la computación en la UDELAR*. En: **Aportes para la historia del Instituto de computación (1967-2012)**. Disponible en <https://www.fing.edu.uy/paginas/aportes-para-la-historia-del-instituto-de-computaci%C3%B3n-1967-2012>

estructuras y sistemas técnicos complejos (generación y transmisión de energía, telecomunicaciones, logística, etc.) que añaden valor intensivo en conocimiento a las cadenas productivas tradicionales. Asimismo, la tercera y cuarta etapa, luego del interregno dictatorial, implicó el despegue de la generación de capacidades académicas y profesionales nacionales que colocaron a nuestro país como un destacado productor de software y servicios informáticos en el contexto regional, con significativos niveles de productividad y fuerte presencia exportadora.

## **1) Antecedentes: El proceso nacional y los procesos regionales de desarrollo científico-tecnológico**

### **1.1) El punto de partida: el desarrollo científico-tecnológico en la región durante el período 1940-1980**

Resulta conveniente establecer cierto punto de partida para analizar el contexto y el proceso de desarrollo tecnológico y científico-tecnológico en el país y en la región para destacar cómo resulta posible el proceso específico de desarrollo de las tecnologías de la información (TI) que se abordará. Tomaremos, entonces, como punto de partida el proceso iniciado en las décadas de inmediata posguerra, 1940-1980. Constituye un punto de partida en cierta forma arbitrario porque no tendrá en cuenta políticas anteriores a la época, en nuestro país, que constituyen factores de desarrollo científico-tecnológicos claves para el país, como los institutos tecnológicos, establecidos, con suerte diversa, por el gobierno de Batlle y Ordóñez durante la segunda década del siglo XX.

No obstante, el período escogido resulta relevante porque, por un lado, se constata el inicio de una revolución científico-tecnológica a nivel internacional, fundamentalmente a partir del desarrollo de la computación electrónica, comenzando por la ENIAC de 1946. A lo que deben sumarse otras circunstancias como, por ejemplo, el fuerte énfasis que los gobiernos de nuestra región pusieron en políticas industriales que sustituyeran las importaciones en algunos rubros específicos, básicamente a nivel de industria liviana y ciertos agregados de manufactura a los productos primarios. Estas circunstancias señalan un cambio de rumbo en las políticas económicas de la región que, por su acento en un proceso industrializador, inevitablemente tienen como correlato el desarrollo de una también incipiente política de promoción en ciencia y tecnología. (Finch, 2005)

Las características de este período, más allá de obvias diferencias en términos de escala de producción e incluso variaciones por políticas nacionales específicas, resultan en términos generales comunes para la región. Jorge Katz (2000) realiza un análisis pormenorizado de este período y detecta que si bien comienza a desarrollarse un proceso de inversión en I+D, básicamente debido a inversión estatal en agencias y empresas públicas que



frecuentemente incorporaban laboratorios o departamentos a tales efectos, esta inversión no sólo sigue siendo baja (1/2 punto del producto bruto interno como tope histórico), sino que no apunta primordialmente a la generación de innovaciones que constituyeran una diferencia competitiva a efectos de posicionar a las empresas, o a algún producto, a primer nivel mundial. Circunstancia que Katz atribuye a los escasos incentivos que provienen de contextos poco competitivos, ya que en la mayoría de los casos se trató de establecer una protección a las empresas locales a través de medidas arancelarias, restricción de importaciones, diversos tipos cambiarios, etc.

En cambio, el resultado obtenido fue que el foco de estas empresas se centró en adaptar tecnologías, compradas llave en mano, a una escala menor de producción, a alguna especificidad local o en conseguir aumentar la rentabilidad a través del agregado de valor a los tradicionales productos primarios de exportación. El saldo, con todo, es en cierta medida positivo ya que de cualquier manera y a una escala modesta genera no obstante cierta cultura empresarial que apunta a la adopción de tecnologías y, sobre todo, prepara recursos humanos potencialmente valiosos ante la eventualidad de cualquier desarrollo posterior.

En términos generales, y de acuerdo con Finch (2005), el caso específico de Uruguay en lo que refiere a industrialización, incorporación de tecnologías e innovación no se aparta de la descripción aquí proporcionada para el resto de América Latina. Aunque, es preciso acotar, Uruguay vivió un fuerte proceso de estancamiento desde finales de la década del '50 motivado por la baja productividad agropecuaria y el agotamiento del modelo de industrialización por sustitución de importaciones. A raíz de lo cual, algunos actores, desde la política, pero también desde la academia (p. e. el caso Maggiolo ya visto), propusieron estrategias de desarrollo basadas en alternativas industriales y productivas a través de una apuesta fuerte por la innovación científico-tecnológica, presumiblemente inspiradas en la eficacia de los grandes proyectos científico-tecnológicos que se estaban ejecutando en los países centrales.

## **1.2) La apertura económica de la década del 90**

La desregulación que supuso la liberalización de mercados trajo varias consecuencias. Las medianas y pequeñas empresas vieron en términos generales menguar su inserción en los mercados porque, en primer lugar, carecieron tanto de la posibilidad como de la intención de investigar para innovar y desarrollar. En segundo lugar, no pudieron enfrentar el embate proveniente de la competencia de las grandes corporaciones que, si bien en algunos casos se asentaron en la región aprovechando beneficios fiscales, no obstante, la producción de conocimiento científico-tecnológico continuó realizándose en sus casas matrices, frecuentemente asentadas en el centro y no en la periferia. Ya daba cuenta de esto Guarga en su *"La marginación de la ciencia en América Latina"* (Guarga, 1985)

Quienes sí se vieron altamente favorecidas por esta desregulación fueron precisamente las corporaciones transnacionales que o bien adquirieron a precio de ganga empresas públicas o bien se instalaron en la región, amparadas por regímenes fiscales beneficiosos, buscando reducir costos de producción a través del pago de inferiores salarios y un menor control ambiental en el proceso de producción.

Ni en uno u otro caso, y por razones bien diferentes, estuvo entre las prioridades la inversión en I+D+I. Quizá una excepción la constituye Uruguay, donde a través de un recurso plebiscitario se retiene a las empresas públicas más importantes bajo la égida del estado y se impide su privatización, generándose por ello ciertas fortalezas. Los casos más destacados lo constituyen ANTEL y UTE, que a la postre generan cierta dinámica innovadora y permiten desarrollos en el área digital y de las comunicaciones (ANTEL), decisivos para el desarrollo de la informática y la computación; y, por otra parte, proyectos altamente eficaces y productivos en lo que refiere a la generación de energía alternativa a la hidráulica o mediante combustibles fósiles y sus derivados (UTE).

## 2) Ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: historia reciente

De acuerdo con Bértola et al (2005), luego de la recuperación de la democracia en el Uruguay (1985) no se constató un cambio significativo en las actividades de I+D+I. El panorama muestra una escasa inversión en I+D (en el entorno al cuarto punto del producto de promedio). Las actividades de I+D se concentran en el ámbito estatal (UdelaR, INIA, Instituto Clemente Estable) y hay muy poca participación por parte del sector privado en inversión y desarrollo.

No obstante, cabe señalar que algunas acciones de trascendencia en este sentido fueron tomadas. A modo de ejemplo, en 1986 fue creado el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) a través de un convenio entre el Poder Ejecutivo, representado por el Ministerio de Educación y Cultura y la Universidad de la República, y con la activa participación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este programa apoyó y apoya el desarrollo de ciencias básicas y promovió la formación de posgraduados, lo que trajo como consecuencia que el nivel de publicaciones de los diversos investigadores de las áreas comprendidas en el PEDECIBA se elevara, alcanzara buenos niveles de calidad y el promedio por investigador superara la media de la región. Sin embargo, estas producciones se articulan escasamente con el sector productivo. En otras palabras: una articulación sistemática entre academia y sector productivo queda afuera de esta ecuación, ya que, a la muy débil demanda del sector productivo a las instituciones productoras de conocimiento, se suma que el promedio de I+D invertido por parte de empresas y operadores privados es muy escaso.

Cabe acotar, sin embargo, que en este contexto que se ha venido reseñando constituye una excepción el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), donde el vínculo academia-sector productivo muestra niveles interesantes de interacción.

Otro acontecimiento importante lo constituye la fundación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) en 2007. Esta Agencia no sólo ha promovido la investigación básica y aplicada y la divulgación de conocimiento científico, sino que ha apostado a la vinculación del sector productivo con la academia y a la promoción de empresas y proyectos innovadores e intensivos en conocimiento. Será objeto de atención en la presente investigación cuánto ha incidido la ANII en el desarrollo académico y empresarial vinculado a las TI a partir de la fecha de su fundación.

De todas formas, y sin perjuicio de señalar que históricamente la agencia estatal en esta materia ha sido intermitente, o todavía, a partir de la institución de la ANII, incipiente, cabe destacar que el PEDECIBA constituyó un punto de inflexión para el desarrollo de la informática en nuestro país, ya que la inserción de este campo disciplinar en ese ámbito promovió muy rápidamente la calificación de los investigadores y docentes locales, los que a la postre se constituirían en un núcleo relevante para el desarrollo de las TI. Y quizá podamos comprender mejor el rápido desarrollo de las TI en nuestro país si manejamos la hipótesis de que la generación de recursos humanos calificados en el área de la informática, proveyendo conocimiento intensivo a través de recursos humanos calificados. (Bértola et al., 2005, 27), está estrechamente vinculada al dinamismo significativo del sector de las TI en el contexto de nuestra economía. Sin perjuicio del dinamismo académico del sector, en la actualidad son aproximadamente 50 los investigadores doctorados o con posdoctorado trabajando en el ámbito del PEDECIBA. Poco si se lo compara con los aproximadamente 350 involucrados en el ámbito de las ciencias biológicas.

Ya señalaba Ganón (1986, 336) que *"una característica central de la informática es la de constituir una palanca poderosa de modernización, extensión y reconversión de las actividades productivas. "Esta perspectiva permite suponer que la emergencia de la informática como innovación tecnológica es a la vez una "innovación de proceso" y una "innovación de producto" (Arocena y Sutz, 2003, 19). Agrega Ganón, que el Uruguay podría beneficiarse de esta revolución informática dado que "presenta, en rasgos generales, un perfil educacional y una experiencia tecnológica-productiva que lo califican para las industrias de avanzada y de mayor valor agregado de origen técnico, a condición de que se promueva el medio científico y se adopten las políticas adecuadas a nivel público y privado". Asimismo, Betarte, Cancela y Moleri (2008, 16-17) sostienen que para el desarrollo de este sistema técnico "... es esencial la capacidad y velocidad para seleccionar y adoptar Nuevas Tecnologías" a efectos "...de competir en el exterior por conocimiento y estado del arte a precios competitivos, y no por mano de obra barata." Este propósito sólo es alcanzable en la medida que exista una "Fuerte vinculación entre las personas pertenecientes a los ámbitos*

*académicos e industriales. "Un equilibrado balance entre "early adopters" y "conservadores de paso seguro".*

Perspectiva que coincide con la expresada por Pérez (2004, 47), cuando sostiene que las revoluciones tecnológicas ofrecen ventajas para los "recién llegados" en la medida que un *"cambio de paradigma abre las ventanas de oportunidad necesarias para adelantarse (forging ahead) y para dar alcance (catching up) en la carrera del desarrollo, mientras que los punteros están aprendiendo también."*

De cualquier manera, las ventanas de oportunidad deben ponerse en relación con los factores que dinamizan u obstruyen un sistema económico para que ese "dar alcance" resulte posible. Asimismo, si se habla de "dar alcance" se alude a un cierto rezago implícito en la distinción centro-periferia. Distinción que puede medirse de muchas formas, pero la más significativa se establece cuando se mide la inversión en investigación, desarrollo e innovación en relación al PBI, y se constata la fuerte asimetría entre países del centro y la periferia, incluyendo inversión en investigación tanto por parte del sector público como del privado. También otros marcadores sirven para evaluar la relación asimétrica: cantidad de científicos, ingenieros, personal técnico especializado en relación con la cantidad de habitantes, matriculación en educación superior, etc. Dada esta circunstancia importa preguntarse si es posible dar alcance al desarrollo en I+D de las economías centrales, y en caso afirmativo cómo.

Veamos primero algunas caracterizaciones de esta distinción centro-periferia. Al respecto Samir Amin expresa:

*"Una rápida definición de la asimetría que caracteriza la relación centro-periferia podría ser la siguiente: en los centros, el proceso de acumulación de capital está guiado principalmente por la dinámica de las relaciones sociales internas, reforzada por unas relaciones exteriores puestas a su servicio: en las periferias, el proceso de acumulación del capital se deriva principalmente de la evolución de los centros, inserta sobre ésta y en cierto modo 'dependiente'" (Amin, 2008, 26)*

Este carácter de dependencia de la periferia respecto a las dinámicas del centro se expresa también en la caracterización centro-periferia que proporciona Rodríguez (2006), quien expresa que lo que distingue un espacio de otro es la "diversidad básica de sus estructuras productivas", dado que a la homogeneidad y la diversidad productiva, dominante en los países centrales, se opone la heterogeneidad (informalidad, subempleo, baja productividad, sectores de la economía marchando a muy distintas velocidades) y la especialización productiva en producción primaria de la periferia. Resulta por lo demás claro cómo la especialización productiva, básicamente de productos primarios, genera vulnerabilidades en los ingresos de una región, en la medida que esos productos puedan ser prescindibles, sujetos a grandes variaciones de precios, fácilmente sustituibles o incluso resultan obsoletos

en virtud de desarrollos tecnológicos que frecuentemente se procesan en los países centrales.

Si bien América Latina continúa siendo una región que, básicamente, participa del mercado mundial como proveedora de bienes primarios, es preciso reconocer igualmente una reconfiguración de la división internacional del trabajo (DIT) a partir del ascenso del espacio económico del este asiático. Esta nueva DIT comienza a configurarse a partir de los años 60s del siglo pasado y tiene por novedad el desplazamiento de las fases del proceso productivo que requieren una mano de obra más barata hacia regiones donde ésta fuerza de trabajo puede producirse masivamente. Tal es el caso de los países del este asiático, donde la base campesina y su progresiva proletarización brindó el contingente obrero necesario para esta deslocalización de la producción. El ascenso económico de los llamados “tigres asiáticos” (Hong Kong, Taiwán, Corea del Sur, Singapur) en los 80s y 90s y el más reciente ascenso de la República Popular de China, son los casos más salientes de esta nueva reconfiguración de la economía mundial. Estos países, si bien en un primer momento albergaron procesos intensivos en mano de obra de baja calificación, posteriormente comienzan a constituirse como polos de acumulación industrial más sofisticados. A nivel de nuestra región, países como México parecen cumplir una función similar, al menos en lo que reviste a su función como región manufacturera con mano de obra barata en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Esta reconfiguración del capitalismo mundial es relevante por varios motivos. Destacamos dos. En primer lugar el impacto que tiene sobre la competitividad y la posible obsolescencia de una parte de los capitales del “viejo orden occidental” (EUA, Europa Occidental). En segundo lugar, porque vuelve aún más costosa la pretendida industrialización de la “vieja periferia” latinoamericana, dado que la economía asiática cuenta con alta escala, mano de obra barata y alta productividad.

Resulta, por tanto, elocuente la vulnerabilidad de la región (por su carácter dependiente a las condiciones -e imposiciones- de terceros mercados) inherente a las economías periféricas. En este sentido, es perceptible cómo esta vulnerabilidad se traduce en un escaso incentivo para innovar desde la periferia, haciendo abstracción de la gran diversidad de centros y periferias que existen. Y esta dependencia se consolida porque los estados nacionales periféricos (y su clase dirigente) han asumido un carácter subalterno que ha conducido a una casi nula generación de estructuras eficientes a efectos de promover una acumulación y reproducción de capital al interior de sus economías. A su vez, la carencia de este tipo de estructuras no resulta propicia para la expansión de las fuerzas productivas a través de una adecuada inversión de capitales excedentes orientada a la explotación inteligente de, al menos, sus factores abundantes, fundamentalmente a través del incentivo del desarrollo tecnológico en esas áreas.

La tendencia señala que, dada la actual división internacional del trabajo, las economías latinoamericanas no se caracterizan por una producción intensiva en conocimiento, sino que su *“competitividad económica, se basa más en sus recursos y la inversión que en la innovación”*. (Arocena y Sutz, 2005: 584)

En este sentido son coincidentes algunas afirmaciones realizadas desde el ámbito de la CEPAL, donde se informa:

*“En definitiva, los países de América Latina muestran niveles de participación de los sectores DFC [sectores productivos difusores de conocimiento] más bajos que los países usados como referencia en este estudio [países escandinavos y del sudeste asiático]. Además, esta participación ha aumentado menos en el tiempo, lo que sugiere que dinámicamente la situación no tiende a corregirse. Por otra parte, cuando se observan los cambios en la productividad del trabajo, se ve que la región se ha rezagado frente a las economías de referencia. Finalmente, todo ello ha estado relacionado con una escasa inversión en tecnología, lo que tiende a reforzar las tendencias anteriores.”* (Cimoli et al, 2005: 22)

Sin lugar a duda estas condicionantes señalan a las claras diferencias estructurales que hay que incorporar al análisis si se pretende investigar cómo se innova desde la periferia, o aun cuáles son los límites, los obstáculos e incluso los facilitadores de la innovación en la periferia dependiendo de las políticas que se implementen al respecto.

### 3) El desarrollo de la informática y la computación en Uruguay desde los 60s hasta 1973: el período de la fundación

Tal como ya se mencionado, no es posible referirse a este período previo a la dictadura e intervención de la Universidad sin mencionar a Oscar Maggiolo, quien desde comienzos de la década del 60 expresa el sentir de amplios grupos de opinión, dentro y fuera de la UdelaR, al proponer un proyecto de desarrollo de la ciencia y la tecnología en Uruguay, radicado en la propia UdelaR, que promoviese un proceso de industrialización a través de la sinergia que conlleva la vinculación academia-sector productivo (Maggiolo, 2009). Entre las medidas propuestas se encuentra precisamente la creación de Institutos centrales con el propósito de investigar y generar conocimiento pertinente a tal propósito (el "Plan Maggiolo" de 1967). Uno de estos Institutos iba a estar directamente vinculado con la investigación y la docencia en la todavía novedosa área de las ciencias de la computación y la informática.

Entendemos que obedeciendo a este propósito es que se concreta la compra de una computadora para uso universitario, la IBM 360, durante la segunda mitad de la década de los 60, y la creación de un instituto de enseñanza, investigación y extensión radicado en la

Facultad de Ingeniería de UdelaR, focalizado en las ciencias de la computación, que posibilitara el procesamiento de datos para proyectos de mediano y gran porte a través de lo que el matemático y gestor científico argentino, Manuel Sadosky, denominó una "investigación operativa" (Carnota y Borches, 2011). Y fue precisamente la presencia de Sadosky en Uruguay desde 1966, tras su exilio forzado de Argentina tras el golpe militar de Onganía, la que promueve el desarrollo de los estudios de computación en nuestro país. Y sin lugar a duda, aquella historia previa constituye un antecedente insoslayable para comprender esta historia reciente, al crearse entre los años 1968 y 1969 la carrera de "Computador Universitario".

El concepto de "investigación operativa" resulta fundamental para comprender el por qué la inversión en una nueva carrera y en una nueva computadora como la adquirida en Uruguay para fortalecer los estudios y la investigación en esta área. Se entiende por investigación operativa la utilización de modelos matemáticos, estadísticos y algorítmicos para modelar y resolver problemas complejos, determinando la solución óptima y mejorando la toma de decisiones. Este proceder abre la posibilidad de planificar estrategias y abordar investigaciones de procesos que dependen de la interacción de múltiples variables que generan un gran volumen de datos que deben ser analizados a efectos de proceder a la toma racional de decisiones. Investigaciones que resultan imprescindibles para proyectos de escala, tales como los que algunos, como es el caso de Maggiolo, planeaban debería encarar el Uruguay en la medida en que aspirara al avance económico y social a través de un desarrollo industrial sustentado en su propio sistema científico-tecnológico y a una inserción productiva internacional no meramente basada en la exportación de productos primarios. Lo que llevó a proyectar un horizonte donde fuera preciso consolidar proyectos energéticos, industriales y productivos de escala y de largo alcance que fueran nutriéndose, progresivamente, con científicos, tecnólogos y tecnología propia. (Maggiolo, 2009)

#### 4) La informática en la UdelaR desde 1985: el período de la refundación

Durante el período dictatorial el ingreso a las carreras de Ingeniero y Analista de Sistemas de Computación (plan 74), estuvo restringido y sólo se accedía hasta un determinado cupo de estudiantes. A partir de 1985 se libera el acceso y la matrícula se multiplica por cinco. Se verifica una renuncia masiva de docentes y de alguna manera se organiza, con algunos docentes que permanecieron, otros que retornaron del exilio y estudiantes avanzados, una nueva modalidad de cursado que acortó las distancias entre docentes y estudiantes, generándose un ámbito privilegiado de aprendizaje compartido y colaborativo.

En 1986 la IBM 370, adquirida durante el período dictatorial en sustitución de la IBM 360, es sustituida a su vez por una IBM 434, hasta que los microcomputadores terminaron con las grandes máquinas de los períodos precedentes. En 1987 las carreras del plan 74 se

sustituyen por la de "Ingeniero en Computación". Durante ese mismo año comienza a funcionar en el Instituto de Computación (INCO) el Área de Informática del Programa de desarrollo de las ciencias básicas (PEDECIBA), lo cual posibilitó estudios de posgrado y un desarrollo académico y productivo destacable.

## 5) Investigación y desarrollo en las TI: la academia y el sector productivo

Bértola et al. (2014) señalan algunas condiciones estructurales y funcionales que caracterizan específicamente a la economía del Uruguay. En primer lugar, ésta se caracteriza por ciclos breves, una gran inestabilidad y, por tanto, poca previsibilidad a futuro, lo que desalienta inversiones que sólo se rentabilizan a mediano plazo (p. 10). En este sentido cabe preguntarse si el sector de las TI escapa a esta realidad; y si lo hace en virtud de qué condiciones peculiares. En segundo lugar, la muy débil "historia productiva" (p. 14) del país en sectores de producción de alta tecnología podría resultar en un freno o, al menos, en un elemento desalentador para emprendimientos de este tipo, ya sea por carencias de personal capacitado, ya sea por carecer de cultura innovadora, ya sea por factores institucionales, como, por ejemplo, una inadecuada preparación del sistema burocrático para atender o dar pronta respuesta a nuevas demandas.

No obstante, de acuerdo con testimonios recogidos a través de referentes del INCO de FING, el sector de la informática, en la actualidad, estaría capacitado para dar respuesta a una buena parte de las demandas provenientes del sector productivo, público y privado, pero la cultura institucional de los empresarios y gestores políticos de turno tiene como primera opción la compra de soluciones en el exterior. En parte por desconfianza hacia la producción nacional, en parte porque el proveedor extranjero le proporciona todo un paquete hardware-software, generalmente ya probado, funcionando y eficaz. Dada esta circunstancia se hace necesario profundizar en la cultura institucional del empresario uruguayo vinculado a empresas de porte.

Pero no solo el sector empresarial es responsable de esta desvinculación entre el sector productivo y la academia. También las agencias productoras y evaluadoras de conocimiento científico-tecnológico tienen su cuota parte de responsabilidad, por cuanto las demandas específicas del sector productivo no siempre resultan atractivas para los investigadores, ya que dedicarse a solucionar problemas concretos en una empresa o en un sector empresarial o productivo aleja a los investigadores de los condicionamientos que impone el sistema científico de evaluación de artículos científicos, proyectos concursables de investigación, concursos para ascenso de grado, etc., fundamentales para el desarrollo de sus carreras. En este punto son coincidentes una serie de testimonios recabados entre nuestros referentes calificados.



Y esta situación se agrava aún más cuando se trata del sector MIPYMES, donde el vínculo es escaso o esporádico. Básicamente porque estas micro, pequeñas y medianas empresas no cuentan con capacidad propia para incorporar y cofinanciar proyectos de I+D.

Tal como sugiere en una de las entrevistas uno de nuestros referentes, perteneciente a la Cámara de Industrias, se torna necesaria la implementación de políticas públicas para asistir a estos sectores. Testimonio coincidente, nuevamente, con los proporcionados por nuestros referentes del INCO.

Lo anterior no deja de resultar en cierto sentido paradójico porque, y a pesar de estas condicionantes negativas para desarrollar una cultura de innovación, la evaluación realizada del sector de Servicios muestra al subsector "informática y telecomunicaciones" con un alto desempeño innovador de acuerdo con parámetros de medición estándar.

## 6) Condiciones para el desarrollo de las TI y las TIC

Emerge entonces como relevante la pregunta acerca de cómo y por qué se han generado y continúan generándose condiciones para un desarrollo sectorial en Uruguay, dinámico e intensivo en conocimiento, que ha permitido y permite a estos sectores posicionarse como industrias innovadoras y competitivas, y a raíz de ello con una buena inserción nacional e internacional.

Cabe agregar, además, que el inicio de este proceso, desde mediados de la década del 80 del siglo pasado, tiene lugar en el contexto de una institucionalidad remisa a tomar un rol protagónico y estratégico fomentando el vínculo entre la academia y el sector productivo a través de políticas públicas dirigidas a la acumulación y difusión de capacidades tecnológicas apoyando, aún más intensamente, a la industria por medio de políticas fiscales o financieras que faciliten una mayor inversión y reinversión en I+D+I.

No obstante, resulta claro que la emergencia de este sector productivo no se da en el más absoluto vacío. Una serie de autores, Rivero Illia (2005) y Kesidou y Romijn (2006), destacan la calidad de los recursos humanos que alimentan este proceso de desarrollo a través de una sólida formación académica. Pero más allá de la calidad de la educación brindada por la Universidad de la República, antes de la ruptura democrática y luego de su recuperación en 1985, y de ciertos intentos por parte del estado para generar instancias concretas, aunque poco sistemáticas, no se percibe hasta fines de los 90 y principios del siglo XXI un apoyo decidido a impulsarlo.

Por otra parte, y no menos importante, cabe también destacar que este proceso resulta aún más peculiar dado que el grueso de los sectores productivos permanece imbuido de una cultura empresarial mayoritariamente orientada a la búsqueda de rentas derivadas de factores abundantes, antes que la inversión en el desarrollo de innovaciones que,

eventualmente, les permitiera mejorar su posicionamiento comercial internacional.

Resulta, en consecuencia, relevante plantearse el porqué de esta suerte de anomalía en el contexto económico uruguayo. Se registran antecedentes que apuntan a dar respuesta a esta interrogante. Snoeck y Pittaluga (2012: 249), por ejemplo, apuntan a dar una respuesta, y señalan tres elementos que consideran clave para comprender este proceso de desarrollo sectorial innovador e intensivo en conocimiento: *"...the availability of public goods; conditions that triggered exports and gave rise to different internationalization strategies and the eventual replication of a community-of-practice model."*

Deben incorporarse al análisis, por tanto, elementos de carácter institucional que creemos imprescindibles para la comprensión de este proceso: en primer lugar, las dificultades para la construcción, desde 1985, de un ambiente de cooperación entre investigadores y empresarios relacionados con el área de la informática.

Por otra parte, en segundo lugar, es preciso enfatizar que el desarrollo de las TI proviene también de una rica historia universitaria que, entiendo, está fuertemente ligada a una cultura desarrollista en la que la propia Facultad de Ingeniería de la UdelaR estuvo inserta con un lugar destacado.

Las respuestas al interrogante respecto a cómo fue posible el rápido desarrollo de las TI en nuestro país son muchas y seguramente intervienen múltiples variables para su explicación, pero cabe estimar que en el supuesto de que pueda estrecharse la brecha centro-periferia para el área de actividad específica de esta industria, hay una serie de dinámicas dominantes que eventualmente facilitan el proceso, y que están fuertemente interrelacionadas:

1) claro interés en la búsqueda de ventanas de oportunidad, tanto en lo que refiere al desarrollo académico como a posibilidades de producción y creación radicalmente innovadora que permitieran una inserción comercial. Este punto lo desarrolla adecuadamente Pérez (2010: 195-196) cuando afirma que la emergencia de un nuevo paradigma tecnológico está fuertemente asociada a la percepción por parte de empresarios de un espacio de oportunidades novedoso y relativamente inexplorado. Si bien ella se refiere a lo que ocurre en los países centrales, no excluye que similar situación se verifique en la periferia, en la medida en que las transformaciones productivas a raíz del impulso revolucionario de las nuevas tecnologías vayan alcanzando progresivamente sectores y áreas de producción y gestión desde el centro hacia la periferia en un contexto de globalización que genera nuevos mercados, nuevas modalidades de consumo y nuevas expectativas de consumo.

2) búsqueda de oportunidades laborales y/o comerciales por fuera de los circuitos de producción tradicionales y dominantes en el panorama productivo.

3) necesidad de proveer recursos humanos para satisfacer la demanda de personal calificado para sostener, gestionar y aun adaptar a condiciones locales una nueva matriz tecnológica procedente de los países centrales que habrá de producir la transformación productiva acaecida en la región en los '90 a raíz de la apertura comercial, el ingreso de corporaciones globales con modelos de gestión importados de las casas matrices y la progresiva sustitución en la industria y en los proveedores de servicios locales de maquinaria obsoleta por otra computarizada (Katz, 2000, 31).

4) una cultura académica que, pese a las dificultades de relacionamiento constatadas, se traduce en acciones concretas tendientes a buscar o fabricar los vínculos entre la academia y el sector productivo.

De cualquier manera, y de acuerdo con el testimonio recabado de otro de los referentes entrevistados provenientes de la Academia, se deben tener en cuenta los distintos objetivos de cada uno. La función de la Universidad, en Uruguay, no ha sido la de posicionarse como competidor con las empresas, sino que su investigación está enfocada a temas de punta de la agenda internacional. En ese sentido la Universidad ha podido dar asesoramiento, no productos finales (como puede pretender la empresa) sino más bien versiones que se van actualizando. Además de la ya tradicional formación de profesionales competentes.

## 7) Análisis del vínculo academia-sector productivo en el ámbito de las TIC

Acá surge un problema a investigar: ¿cómo debe ser el vínculo academia-empresa? En lo sucesivo propondremos algunas líneas de análisis que entendemos convenientes para explorar este asunto.

Desde la academia, y de acuerdo con los testimonios recabados, el trabajo en la empresa, solucionando problemas concretos, da poco rédito académico al investigador. Estos sufren permanentes presiones para mantener su estatus académico publicando en revistas de "alto impacto" y el vínculo con los problemas concretos que eventualmente presentan empresas o sectores empresariales no lo proporciona o lo hace muy tangencialmente. Respecto a este punto, en los países centrales dio comienzo desde la década del 80 del siglo pasado un proceso de vinculación creciente entre la Academia y el Sector productivo auspiciado por políticas legales de coparticipación en los productos y comercialización de esta interrelación. Si bien los testimonios al respecto de este creciente acercamiento son dispares, la mayoría de los testimonios de los científicos entrevistados lo perciben positivamente, no solo en lo que respecta a ingresos, sino incluso como potenciador de su carrera académica. Pero con la condición de que los productos de esta coparticipación apunten a una cultura de la innovación.

No obstante, la temática merece un tratamiento más detallado, dada la complejidad de las agencias y actores involucrados. De cualquier manera, ya han surgido desde el ámbito político-académico sugerencias para que sea el Estado el impulsor de políticas públicas “orientadas a misiones” (Mazzucato, 2022). Esto es, políticas orientadas por el Estado que sin perjuicio de otorgar “desde arriba” subvenciones y beneficios fiscales a sectores estratégicos tiendan, fundamentalmente, a encolumnar y comprometer a estos sectores, en ocasiones diversos, tras la realización de objetivos generadores de desarrollo. Esta misión solo puede ser emprendida por el Estado en virtud de su situación de autonomía relativa, tal como expresan Panitch y Gindin:

*“Los Estados capitalistas han desarrollado diversos medios para promover y orquestar la acumulación de capital, así como para anticipar problemas futuros y contenerlos cuando surgen, y esto a menudo ha quedado plasmado en distintivas instituciones con conocimientos especializados. En estos términos es como debemos entender la «relativa autonomía» de los Estados capitalistas: no como si estuviera desconectada de las clases capitalistas, sino más bien como las capacidades autónomas que tienen para actuar en nombre del sistema en conjunto. En este aspecto, los funcionarios y políticos –cuyas responsabilidades son de un orden diferente al de obtener un beneficio para una empresa– están mejor situados que los capitalistas para ver el bosque que forman los árboles. Pero lo que estos Estados puedan hacer de manera autónoma, o hacer en respuesta a presiones sociales, está en última instancia limitado por su dependencia del éxito de la acumulación de capital. Por encima de todo, ahí es donde se encuentra el carácter relativo de su autonomía.”* (Panitch y Gindin, 2015, 4)

La orientación estatal tras objetivos adecuadamente establecidos puede ser por tanto el motor para un compromiso beneficioso, tanto para académicos como para empresarios, dado que promueve realizaciones que indudablemente traen aparejadas innovaciones, al menos incrementales, en función de la especificidad de esos objetivos.

Esta propuesta se emparenta con el ya clásico triángulo de retroalimentación Estado-Academia-Empresa, pero pone el énfasis en un Estado no solo facilitador o coordinador, sino que apunta a su protagonismo en el diseño de políticas públicas estratégicas y en plazos de retorno diferentes a los que son usuales para las empresas de los países periféricos.

En lo que refiere estrictamente al desarrollo de las TI, otro punto para abordar es la existencia de nichos de mercado desatendidos por las grandes empresas proveedoras de software donde apuntar la producción. Nuestros países presentan ventajas en ese sentido cuando desde el sector productivo se demandan soluciones que no están disponibles en el mercado.

Finalmente, el sector de las TIC, comparado con otros sectores productivos, demanda una relativamente baja necesidad de capital inicial para comenzar a desarrollar los productos, y sí, en cambio, capacidades de recursos humanos que en nuestro país están disponibles.

## 8) Resumen de experiencias de formación actual en TICs en el mundo

Existen distintos esfuerzos en el mundo para incrementar y profundizar la formación de recursos humanos en torno a las tecnologías de la información. En un reciente estudio llamado “Informe sobre políticas públicas destinadas al sector TI en Argentina, Brasil, México, Uruguay, Irlanda, Israel y Singapur” (CUTI, 2022) se da cuenta de estos esfuerzos en las distintas zonas del mundo.

El rasgo característico es la formación en programación y/o habilidades digitales, donde a su vez se destacan por ser en su gran mayoría ofrecidas por los Estados de forma gratuita y con características no presenciales y asincrónicas a través de plataformas propias.

El caso de Argentina se destaca por su masividad ya que apostó a un público sin formación previa con el único requisito de ser mayores de 17 años y por tanto se logró interesar e inscribir en sus distintas etapas a cerca de un millón de interesados. Argentina Programa, como se llamó la política pública, tuvo problemas ya que la tasa de aprobación no fue la esperada tras la primera evaluación (27% siguieron adelante) y por esta razón se reforzaron los incentivos en clave de inclusión social: a quienes concluyen la primera etapa y cumplen con determinados requisitos socioeconómicos, se les otorga un subsidio para que accedan a una computadora.

Otra iniciativa a destacar en Argentina es Program.AR que lleva adelante la Fundación Sadosky cuyo objetivo es sensibilizar a jóvenes para que estudien carreras vinculadas a las tecnologías de la información. En las áreas donde se aplicó la matrícula en estas áreas aumentó un 50%.

Si se compara con Uruguay se puede afirmar que estas experiencias pueden ser de suma utilidad ya que existen esfuerzos en este sentido (Jóvenes a programar, Sembrando TIC, b\_IT, cursos de INEFOP) pero resultan esporádicos, poco masivos y sin acompañamientos intensos.

Fuera de la región, el informe (CUTI, 2022) menciona las experiencias israelíes e irlandesas como las más destacadas. Smart Futures en Irlanda, busca aumentar el número de jóvenes en carreras de tecnología de la información con más de 200 organizaciones trabajando. En

Israel, el programa Workshops HaSadna busca en 3 años busca formar personal altamente calificado de empresas donde el gobierno llega a cubrir un 66% de los costos totales de capacitación.

## Bibliografía de referencia y consultada

- Amin, Samir (1988): **La desconexión**. Buenos Aires, IEPALA ed.
- Arocena y Sutz (2003): **Subdesarrollo e innovación**. Madrid, Cambridge University Press
- Arocena y Sutz (2005): *Latin American Universities: From an original revolution to an uncertain transition*. En: **Higher Education** 50. Pp. 573–592. Disponible en: [link.springer.com/article/10.1007/s10734-004-6367-8](http://link.springer.com/article/10.1007/s10734-004-6367-8)
- Basalla, George (2011): **La evolución de la tecnología**. Barcelona, Crítica.
- Bértola et al. (2005): **Ciencia, tecnología e innovación en Uruguay. Diagnóstico, prospectiva y políticas**. Montevideo. Disponible en: [www.universidad.edu.uy/pmb/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=326](http://www.universidad.edu.uy/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=326)
- Bértola, L. y Ocampo J. (2013) - **Una historia económica de América Latina desde la independencia**. Secretaría General Iberoamericana.
  
- Bértola et al. (2014): **El ciclo económico del Uruguay, 1998-2012**. Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Betarte, Cancela y Moleri (2008): **Informe final de la consultoría sobre Tecnologías de la Información y Comunicación en el marco del Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación**. Montevideo, PENCTI. Disponible en: [http://www.anii.org.uy/web/sites/default/files/files/Libro\\_tic.pdf](http://www.anii.org.uy/web/sites/default/files/files/Libro_tic.pdf)
- Bijker, Hughes y Pinch (1993): **The Sociological construction of technological systems**. MIT Press, 4ª ed.
- Cabezas, Juan José (2014): *La increíble historia del instituto de computación (en 24 e-mails)*. En: VVAA, **Aportes para la historia del Instituto de Computación (1967-2012)**. Montevideo, Fing/Udelar
- Caetano, Carlos (2017): *Las ventajas competitivas del Uruguay ya no son tales y otros países avanzan más rápido*. Reproducción de artículo de prensa en CUTI, 2017, p. 29. No se proporcionan referencias del medio de prensa.
- Canales, M. et al. (2006): **Metodologías de investigación social**. Santiago, Lom ediciones.
- Carnota, R. y Borches, C. (2011): **Sadosky por Sadosky: vida y pensamiento del pionero de la computación argentina**. Buenos Aires, Fundación Sadosky.
- Castells, M. (2005): *The network society: from knowledge to policy*. En **The network society: from knowledge to policy**. En Castells y Cardoso eds. Center for transatlantic relations Washington, pp. 3-22
- Ceruzzi, Paul (2003): **A History of modern computing**. Cambridge, MIT Press. 2ª ed.
- Chandler, Alfred (2005): **Inventing the electronic century**. Cambridge, Harvard Univ. Press.
- Channell, David (2017): **A History of Technoscience**. New York, Routledge.
- Charlo, G. (2011): *Impact of ICT and innovation on industrial productivity in Uruguay*. En **ICT in Latin America: A Microdata Analysis**. Vergara, Rovira y Balboni comps. ECLAC - United Nations
- Cimoli, Mario et al (2005): *Cambio estructural, heterogeneidad productiva y cambio en América*

- Latina*. Cimoli, M. ed. En **Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina**. M. Cimoli ed. Santiago de Chile, CEPAL, pp. 9-39
- Constant, Eward (2000): *Recursive practice and technological knowledge*. En **Technological Innovation as an Evolutionary Process**. John Ziman ed. Cambridge Un. Press
  - CUTI (2017): **Memoria anual 2015-2016**. Disponible en <https://www.cuti.org.uy/files.php/documentos/.../cuti-memoria-anual-2015-2016.pdf>
  - CUTI (2022): Informe sobre políticas públicas destinadas al sector TI en Argentina, Brasil, México, Uruguay, Irlanda, Israel y Singapur”, disponible en [Informe 2021 Políticas Públicas \(cuti.org.uy\)](https://www.cuti.org.uy/informe-2021-politicas-publicas)
  - David, Paul (1997): *PATH DEPENDENCE AND THE QUEST FOR HISTORICAL ECONOMICS: ONE MORE CHORUS OF THE BALLAD OF QWERTY*. En **Discussion papers in economic and social History**. Nº 20, University of Oxford
  - David, P. y Foray, D. (2001): **An introduction to the economy of the knowledge society**. University of Oxford, Department of Economics, Discussion paper series, 84. En: [http://www.economics.ox.ac.uk/materials/working\\_papers/paper084.pdf](http://www.economics.ox.ac.uk/materials/working_papers/paper084.pdf)
  - Dedrick et al (2003): *Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence*. En **ACM Computing Surveys**, Vol. 35, No. 1, March 2003, pp. 1–28
  - de Solla Price, (1986 [1963]): **Little science, big science, and beyond**. Nueva York, Columbia Un. Press.
  - Dosi, Giovanni (2013): *Innovation, Evolution and Economics: Where we are and where we should go*. En **Innovation Studies**, Fagerberg et al. ed. Oxford University Press.
  - Dosi, G. y Winter, S (2000): **Interpreting economic change: Evolution, Structures and Games**. LEM Working papers series. Disponible en línea: <http://lem.sssup.it>
  - Dosi, G. y Nelson, R. (2010): *Technical change and industrial dynamics as evolutionary process*. En **Handbooks in economics**. Hall y Rosenberg eds. Pp. 51-127. Amsterdam, Elsevier.
  - Edgerton, David (2008): **The shock of the old**. Great Britain, Profile Books.
  - Feenberg, Andrew (2010): **Between reason and experience**. Cambridge, MIT Press
  - Finch, Henry (2005): **La economía política del Uruguay contemporáneo 1870-2000**. Montevideo, Banda Oriental. 2ª edición.
  - Freeman, C. y Louça, F. (2002): **As time goes by**. Oxford University Press.
  - Ganón, Víctor (1986): *Informática*. En **Ciencia y tecnología en el Uruguay**. Montevideo, CINVE-MEC. (pp. 333-371)
  - González y Pittaluga (2007): **El sector del software y servicios informáticos en Uruguay**. En <http://www.cuti.org.uy/articulos/674-el-sector-de-software-y-servicios-informaticos-en-uruguay.html>
  - Guarga, Rafael (1985) – **La marginación de la ciencia en América Latina**. Montevideo, UDELAR
  - Headrick, Daniel (2000): **When information came of age**. Oxford University Press
  - Headrick, Daniel (2009): **Technology: A World History**. Oxford University Press
  - Heilbroner, Robert (1967): *Do machines make History?* En **Technology and Culture**, Vol. 8, No. 3. (Jul.1967), pp.335-345. En <http://links.jstor.org/sici?sici=0040-165X%28196707%298%3A3%3C335%3ADMMH%3E2.0.CO%3>
  - Howaldt, J. y Schwarz, M. (2010): **Social Innovation**. Sozialforschungsstelle, Dortmund. En: [www.internationalmonitoring.com](http://www.internationalmonitoring.com)
  - Katz, Jorge (2000): **Pasado y presente del comportamiento tecnológico de América Latina**. Santiago de Chile, Naciones Unidas/Cepal.

- Katz, Raúl (2009): **El papel de las TIC en el desarrollo. Propuesta de América Latina a los desarrollos económicos actuales.** Barcelona, Ariel
- Kesidou, E., & Romijn, H. A. (2006). **Do local knowledge spillovers matter for development?: an empirical study of Uruguay's software cluster.** ECIS working paper series; Vol. 200611. Eindhoven: Technische Universiteit. Eindhoven.
- Kuhn, Thomas (1980): **La estructura de las revoluciones científicas.** México, FCE, 4ª reimp.
- Latour, Bruno (2001): **La esperanza de Pandora.** Barcelona, Gedisa
- Latour, Bruno (2007): **Nunca fuimos modernos.** Buenos Aires, Siglo XXI.
- Law, John (1987): *On the Social Explanation of Technical Change: The Case of the Portuguese Maritime Expansion* . En: **Technology and Culture**, Vol. 28, No. 2, pp. 227-252 Published by: The Johns Hopkins University Press URL: <http://www.jstor.org/stable/3105566> .
- Lundvall, Bengt-Ake (2013): *Innovation studies: a personal interpretation of the State of de Art.* En **Innovation Studies**, Fagerberg et al. ed. Oxford University Press.
- Maggiolo, Oscar (2009): **Reflexiones sobre la investigación científica.** Montevideo, Facultad de Ingeniería, UdelAR.
- Malerba, F. y Mani, S. (2009): *Sectoral systems of innovation and production in developing countries: an introduction.* En: **Sectoral systems of innovations and production in developing countries.** (pp. 3-26). Edward Elgar Publishing. Massachusetts.
- Mazzucato, M. (2022): **Cambio transformacional en América Latina y el Caribe.** Santiago, CEPAL.
- Metcalfe, J. Stanley (2010): *Complexity and Emergence in Economics: The road from Smith to Hayek (via Marshall and Schumpeter.* En **History of Economic Ideas**, Vol. 18, No. 2, pp. 45-75. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/23723512>
- Mokyr, Joel (1990): **The lever of riches.** Oxford University Press
- Mokyr, Joel (2008): **Los dones de Atenea.** Madrid, Marcial Pons.
- Mumford, Lewis (2010): **El mito de la máquina I.** Logroño, Pepitas de calabaza.
- Nelson, Richard (2000): *Selection criteria and selection processes in cultural evolution theories.* En **Technological Innovation as an Evolutionary Process.** John Ziman ed. Cambridge Un. Press
- OECD (2006): **Manual de Oslo.** Madrid, GrupoTragsa. 3ª ed.
- Pacey, Arnold (1990): **La cultura de la tecnología.** México, FCE.
- Packer, Martin (2011): **The science of qualitative research.** Cambridge University Press
- Panitch, L. y Gindin, S. (2015): **La construcción del capitalismo global.** Madrid, Akal.
- Pérez, Carlota (2004): **Revoluciones tecnológicas y capital financiero.** México, Siglo XXI
- Pérez, Carlota (2010): *Technological revolutions and techno-economics paradigms.* En **Cambridge Journal of Economics**, 34. (pp. 185-202). Disponible en: <http://cje.oxfordjournals.org/>
- Quintanilla, Miguel A.(1998): *Técnica y cultura.* En **Teorema**, VOL. XVII/3.
- Rasner, J. (2020): *Oscar Maggiolo y la construcción de un Sistema Nacional de Innovación en Uruguay: la aplicación de conocimiento a la construcción de conocimiento.* En **Tecnología y Sociedad.** N°9, pp 11-35 – UCA. Bs. As. En: <https://erevistas.uca.edu.ar/index.php/TYS/issue/view/322>
- Rivero Illia (2005): **State role in ICTs promotion in developing countries: General patterns and the Uruguayan experience.** Working papers series N° 410. Institute of Social Studies. The Netherlands.
- Rodríguez, Octavio (2006): **El estructuralismo latinoamericano.** México, CEPAL-Siglo XXI.
- Rosemberg, Nathan (1994): **Exploring the black box.** Cambridge Un. Press.
- Sadosky, Manuel (1970): *La computación en el mundo moderno.* En **Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad.** VVAA. Santiago de Chile, Ed. Universitaria.



- Simon, Herbert (1987): The steam engine and the computer: What makes technology revolutionary. En Educom Bulletin, Primavera. Disponible en: <https://stacks.stanford.edu/file/druid.../kx071kb0607.pdf>
- Snoeck, M. y Pittaluga, L. (2012): *Software discovery in Uruguay: Public-Private solutions to coordinate failures*. En: **Export pioneers in Latin America**. Sabel, Ch. et al. eds. Inter- America Development Bank. Washington.
- Stolovich, Luis (2005). *La Industria Uruguaya de TI y sus requerimientos de Financiamiento*. Documento interno de la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información. Montevideo.
- Taylor y Bogdan (1994): **Introducción a los métodos cualitativos de investigación**. Barcelona, Paidós, 2ª reimp.
- Vidart, Jorge (2014): *De la investigación científica a la exportación de software en Uruguay*. En: VVAA, **Aportes para la historia del Instituto de Computación (1967-2012)**. Fing/Udelar
- VVAA (2014): **Aportes para la historia del Instituto de Computación (1967-2012)**. Fing/Udelar
- Winner, Langdon (2008): **La ballena y el reactor**. Barcelona, Gedisa. 2ª ed.
- Ziman, John (2000): *Evolutionary models for technological change*. En **Technological Innovation as an Evolutionary Process**. John Ziman ed. Cambridge Un. Press