

Algunas reflexiones sobre las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Iberoamérica

Pablo Miguel Jacovkis¹

Resumen

Se analiza la inclusión informática en las sociedades desarrolladas y menos desarrolladas, en particular en la región iberoamericana; se indica la relación entre exclusión informática y exclusión a secas, y se argumenta que la ya muy superior productividad del trabajo en los países desarrollados respecto de la de los países de menor desarrollo como los iberoamericanos aumenta aún más con la mucho mayor informatización de la sociedad existentes en estos países. Se dan ejemplos, informáticos y pre-informáticos, de impacto social y geopolítico de la introducción de tecnologías de avanzada; simultáneamente, se comenta que la existencia de buena ciencia (informática o no) no es garantía de desarrollo tecnológico, o sea no es lineal la relación ciencia-tecnología-impacto social.

Palabras clave: inclusión informática; exclusión informática; informatización de la sociedad.

En la década de 1940 se produce la incorporación exitosa de la computadora en la sociedad, con el diseño y construcción de la “protocomputadora” ENIAC en Filadelfia, a la cual siguió la computadora EDVAC, y luego toda una línea, preponderantemente en Estados Unidos. El adjetivo “exitosa” se debe a que hubo intentos anteriores, el de la computadora alemana Z3 de Konrad Zuse y el de la británica Colossus diseñada por Tommy Flowers (Bauer, 2010), intentos que los avatares de la segunda guerra mundial hicieron fracasar. A partir de entonces, y comenzando en Estados Unidos, “patria” de dichas computadoras exitosas, se fue produciendo, al principio con lentitud y posteriormente en forma cada vez más acelerada, una “informatización” de las distintas sociedades: las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) van impregnando cada vez más la vida cotidiana de buena parte de los sectores sociales en todos los países del mundo. Al principio, por supuesto, los objetivos de la computadora fueron bélicos (no en vano fueron creadas, tanto la versión exitosa como las otras, en los principales países que participaron en la segunda guerra mundial), y los objetivos bélicos realimentaron los avances computacionales, como se puede leer en Dyson (2012), y en seguida con fines estrictamente científicos: cabe mencionar que ya desde 1950 en Estados Unidos se hicieron pronósticos numéricos del tiempo cada vez más completos y confiables (la influencia poderosa del gran matemático John von Neumann puede fácilmente observarse en estos desarrollos). La década de 1950 puede mencionarse como aquella en que la computación se fue incorporando a las operaciones de los bancos, de las compañías de seguros y de las grandes empresas, así como a los sistemas de reservas de pasajes aéreos. Esa informatización se empezó a notar en países de desarrollo intermedio de América Latina, como Argentina, Brasil, México, Chile, a fines de la década de 1950 y sobre todo durante la década de 1960: las primeras computadoras argentinas llegaron en 1960 (Jacovkis, 2013), la primera computadora universitaria en Brasil, en la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, también comenzó a funcionar ese año (Neves *et al*, 2012); en México la computación universitaria comenzó un poquito antes, en 1958, con la incorporación a la Universidad Autónoma de México (UNAM) de una IBM-605 (Ortiz Arroyo *et al*, 2008), pero fue en los 1960 en que la industria empezó a tomar vuelo. En Chile la primera computadora fue una IBM 1401 que llegó en 1961 (Álvarez, 2010). A mediados de esa década aparecieron las minicomputadoras, que permitieron a compañías más pequeñas (en todo el mundo) adquirir computadoras y dejar de alquilar tiempo de máquina a grandes empresas proveedoras, aparte de insertarse fuertemente en universidades.

Los años 1970 vieron el surgimiento de las computadoras personales, que en la década de 1980 eliminaron del mercado definitivamente a las minicomputadoras, y posteriormente el de Internet y del correo electrónico; en 1990 apareció y se expandió la web; en los últimos años se produjo la

¹ Secretario de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Tres de Febrero y profesor emérito de la Universidad de Buenos Aires. Correo electrónico: pablo.jacovkis@gmail.com.

enorme ampliación de usos informáticos de los teléfonos celulares y dispositivos de ese tipo y las computadoras portátiles cada vez más pequeñas, livianas y cómodas y con más capacidades y posibilidades de uso; y en fin, a lo largo de todo el tiempo, cada vez más industrias “informatizaron” sus procesos y también sus productos, y cada vez más las personas tuvieron acceso individual a las cada vez mayores posibilidades de las TIC. Las TIC influyeron también en el arte, tanto en su difusión como en la creación artística (artes electrónicas, utilización de poderosas herramientas de TIC en dicha creación artística, realidad virtual, etc.); las computadoras se convirtieron en muchos casos en verdaderos laboratorios “virtuales” y los experimentos “in silico”, según una ingeniosa frase, a veces reemplazan a los experimentos “in vitro” y a los experimentos “in vivo”, con lo cual las TIC también se inmiscuyen en la ética de muchas maneras distintas. En ese sentido, los experimentos “in silico” se realizan al menos desde el experimento de Fermi, Pasta, Ulam y Tsingou de 1953 (Fermi *et al*, 1955) –o aun antes, si consideramos experimentos en que se generan números pseudoaleatorios- e incluso para demostraciones en matemáticas, como en el caso del teorema de los cuatro colores (Appel y Haken, 1977; Appel *et al*, 1977), primer teorema de gran envergadura demostrado por computadora. Y, por supuesto, siguieron siendo una herramienta importantísima en la industria militar, además de responder a demandas de dicha industria militar: a lo largo de la historia, los requerimientos militares incitaron al avance tecnológico, y cada avance tecnológico tuvo su aplicación militar.

De todos modos, como es fácilmente comprobable, esa informatización de la sociedad no se ha producido del mismo modo, y a la misma velocidad, en todos los países; y en cada país, la informatización impacta de manera distinta en cada sector social. Los países desarrollados, comenzando obviamente por Estados Unidos, mantienen un claro liderazgo; más aún: las tendencias de las últimas décadas indican que, en gran medida, la enorme influencia mundial de Estados Unidos se sostiene, dejando de lado su abrumadora superioridad militar, en el desarrollo tanto de sus TIC como de industrias sumamente influidas por ellas (incluyendo entre estas industrias a las industrias culturales y de entretenimientos, aparte de nuevas industrias que probablemente no habrían podido surgir sin las TIC): las predicciones que en la década de 1980 indicaban una tendencia a la declinación norteamericana basadas en cierta pérdida de competitividad de algunas de sus industrias tradicionales, como la automotriz, se mostraron errados, muy probablemente debido a que esas debilidades eran ampliamente compensadas por la superioridad norteamericana en las industrias más de punta, entre las cuales por supuesto las relacionadas con TIC tienen un protagonismo importantísimo. (No hace falta mencionar la extraordinaria importancia mundial, tanto económica como de impacto social, que tienen las empresas Google y Facebook, surgidas en Estados Unidos, además de las más “tradicionales” como Microsoft y Apple.) Y por supuesto está la superioridad norteamericana en la ciencia en la que estas TIC se basan, ciencia desarrollada fundamentalmente en las universidades y en organismos gubernamentales, cumpliendo así en forma muy aceptada la relación gobierno – universidades – empresas, que también funciona bien en los demás países desarrollados (mucho mejor que en los nuestros) y que es parte importante de su superioridad científica, tecnológica y de innovación. De hecho, una de las más poderosas herramientas con las cuales Estados Unidos mantiene todavía su predominio científico y tecnológico en el mundo tiene que ver con su sistema universitario de investigación, formidable imán que atrae científicos y doctorandos no sólo de los países en desarrollo sino de los propios otros países desarrollados. En cuanto a las ya mencionadas aplicaciones bélicas de las TIC, desde los orígenes de la computación, los comentarios son obvios y casi automáticos.

Que las tecnologías -en particular las nuevas tecnologías, comenzadas a usar por un país o algunos países pero no por la mayoría de ellos- dan una ventaja comparativa sustancial a quienes la poseen, y cambian la geopolítica mundial, no es ninguna novedad. Sin retroceder demasiado en el tiempo, y para dar dos ejemplos concretos, en 1911, Winston Churchill, entonces primer Lord del Almirantazgo, ordenó que el combustible de todos los buques de guerra británicos fuera el petróleo, en vez de carbón (algunos buques ya habían llevado a cabo el cambio de combustible, pero no había una directiva general). Los motivos eran varios, e incluían desde la mejor relación energía-espacio ocupado del petróleo respecto del carbón hasta el hecho de que los barcos de guerra alimentados a carbón eran más fácilmente distinguibles por un barco enemigo que los

alimentados a petróleo, por la altura del humo de las chimeneas a carbón. Ahora bien, dos de las tres grandes potencias europeas, Gran Bretaña, Alemania, disponían de abundante carbón pero no disponían de petróleo en cantidades significativas (Gran Bretaña tiene ahora el petróleo del Mar del Norte, pero esta novedad es de las últimas décadas; Francia, la tercera de las grandes potencias europeas, disponía de carbón pero no tanto como para autoabastecerse, y no disponía de petróleo). Por consiguiente, tener el dominio de, o influencia significativa en, distintos países del actualmente llamado “tercer mundo”, dejó de ser solamente una posición imperialista por razones económicas (y en algunos casos por razones de prestigio) para pasar a serlo también por necesidades estratégicas esenciales para dichas tres potencias.

Muchos años después, en la década de 1990, la idea de George P. Mitchell de perforación horizontal de los yacimientos de petróleo explotables mediante la técnica de fracking (técnica ya conocida desde hacía tiempo), convirtió en Estados Unidos (y también en Canadá) la producción de petróleo a partir de fracking de una idea poco práctica en un método que está permitiendo a Estados Unidos incrementar espectacularmente su producción de petróleo y gas y aumentar enormemente su margen de maniobra respecto de los países tradicionalmente productores de petróleo, especialmente los del Medio Oriente. Indirectamente, esta situación provocó también la espectacular baja en los precios del petróleo de estos últimos tiempos, dado que Arabia Saudita, para desalentar en lo posible las inversiones orientadas a producción de petróleo mediante técnicas de fracking (que son más caras que las más tradicionales) y seguir por consiguiente manteniendo una porción significativa del mercado mundial de petróleo, reguló los precios a su conveniencia mediante su sistemática oferta masiva. Dicho sea de paso, esta baja del precio del petróleo influye en la explotación de los importantes yacimientos argentinos de Vaca Muerta.

El primero de estos dos ejemplos nada tiene que ver con la computación, que no existía en ese tiempo; pero toda la tecnología petrolera -y la de fracking no es una excepción- tiene insertada, en forma visible u oculta, una enorme cantidad de desarrollos de TIC, tanto en hardware como en software. Es decir, en algún sentido Argentina, como país del área iberoamericana, puede ser beneficiada o perjudicada por fuerzas tecnológicas externas en las cuales siempre aparecen las TIC, y en las cuales actualmente no tiene capacidad de decisión –como no la tienen el resto de los países del área iberoamericana.

En los países desarrollados, empezando por Estados Unidos, prácticamente toda la población no sólo tiene acceso a las TIC sino que las usa con naturalidad. Es más, es imposible prescindir de ellas: quien quiera sacar un pasaje en tren de larga distancia o avión, o una entrada a la ópera, o lleva a cabo un montón de otras actividades de la vida cotidiana, probablemente lo hará con mucha mayor comodidad a través de algún dispositivo relacionado con las TIC (o directamente no lo podrá hacer de otra manera). Si se deja un artículo para arreglar en una tienda es probable que el aviso de que la reparación está concluida sea enviado al correo electrónico del cliente (que además probablemente lo leerá en su teléfono celular, y si justamente estaba por salir de su oficina significará que aprovechará para retirar el artículo antes de volver a su casa, sin tener que llamar por teléfono para ver si ya está listo). Y por supuesto, obviamente, el comercio electrónico es moneda corriente. Como ejemplo entre muchos, Amazon permite no solamente la compra de libros nuevos, sino la de libros usados, muchas veces agotados, y también los envía. Y el impacto de esta mezcla de tecnología e innovación se siente en todo el mundo, incluida por supuesto la Argentina: la desaparición casi total de las librerías en lengua extranjera (en particular inglés) de la ciudad de Buenos Aires (sólo quedan, salvo excepciones, algunas librerías cuyo fuerte está en la venta de libros de estudios de idiomas) tiene que ver sencillamente con que los potenciales clientes compran sus libros, tanto en texto en papel como en formato electrónico, directamente en Amazon.

La diseminación del uso de las TIC en las sociedades desarrolladas ha contribuido aún más a dicho desarrollo, aumentando así la brecha entre países desarrollados y países no desarrollados (el desafío para los países de desarrollo intermedio, como Argentina y otros países de Iberoamérica, es lograr incluirse en el “lado desarrollado” de esta división). Un posible índice de desarrollo (entre los muchos que se pueden establecer) es el de la productividad del trabajo: la ya muy superior productividad del trabajo en un país desarrollado se multiplica con la generalización del uso de las TIC: cualquier ciudadano de un país subdesarrollado o de desarrollo intermedio que

visita Alemania, por ejemplo, puede darse cuenta de que los alemanes trabajan mucho menos que los habitantes del país de proveniencia del visitante (y producen mucho más), sin siquiera analizar estadísticas (que por otra parte se corresponden con la idea intuitiva de dicho visitante). Ni hace falta enumerar la importancia de las TIC en esta diferencia (que, además, como se dijo antes, ya existía, aunque en menor grado, antes de su aparición): desde las automatizaciones gracias a la informática hasta el uso de robots, pasando por las teleconferencias, las capacidades casi ilimitadas de los teléfonos celulares, etc., el funcionamiento financiero en línea, etc., todo contribuye a este aumento de productividad. Para ello es necesario, por supuesto, poblaciones informáticamente educadas y entrenadas.

Y acá surge una diferencia significativa con los países del área iberoamericana, al menos los del continente americano (o sea, los considerandos siguientes no se aplican necesariamente a España y Portugal): lo que en el mundo desarrollado es algo que impregna toda, o casi toda la sociedad, en nuestros países deja afuera a una porción de la población –mayor o menor según el grado de desarrollo de cada país- para nada despreciable. Es decir, existe una población importante en cada uno de nuestros países que está fuera del sistema moderno informatizado de funcionamiento de la sociedad; esa población coincide en general, no casualmente, con la población que realiza trabajo marginal (fuera de lo reglamentado por las leyes laborales), que tiene un bajo nivel de educación (y por consiguiente de potencial productividad en el trabajo), y con un capital social y cultural extraordinariamente pobre. Es interesante observar por ejemplo que en Argentina la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) tiene un eficiente sistema informático para que los contribuyentes, tanto personas físicas como jurídicas, lleven a cabo todos sus trámites en línea, y está incorporando paulatinamente a dicho sistema en forma obligatoria a todos los contribuyentes, en el sentido de que en poco tiempo más cualquier actividad de cualquier contribuyente en la que AFIP tenga que ser informada deberá indefectiblemente llevarse a cabo a través de dicho sistema. Ese sistema puede ser tomado como símbolo de inclusión (y exclusión): quienquiera esté registrado en él está incluido en la Argentina moderna y (más o menos) desarrollada, y quien no está registrado en él está excluido de dicha Argentina moderna y medianamente desarrollada; el problema es que la población excluida es una proporción no despreciable de la total.

En ese sentido, nos atreveríamos a decir que cualquier proyecto de desarrollo de los países del área iberoamericana tiene que incluir indefectiblemente un análisis de las TIC en dichos países, sus desarrollos, sus vínculos entre sí y con el mundo desarrollado, etc. Eso teniendo en cuenta, por otra parte, que la inclusión informática es necesaria para el desarrollo de cualquier país, pero no es para nada suficiente. En particular, la comunidad iberoamericana incluye por un lado dos naciones bastante desarrolladas, y sobre todo integradas a la Europa desarrollada, que son España y Portugal, algunos países de América Latina de desarrollo intermedio (Brasil, Argentina, México, y probablemente Chile, Colombia y Uruguay) y otros países cuya incidencia en este área es mucho menor. Queda fuera de este análisis Cuba que, por un lado, tiene una interesante actividad de investigación en informática pero donde, por otro lado, las dificultades en el uso de Internet a nivel individual reducen significativamente la informatización de la sociedad; es decir, los problemas informáticos de Cuba son distintos en ese sentido de los de los demás países de Iberoamérica, en los cuales la principal característica es la separación entre los sectores incluidos (que en mayor o menor grado son los informáticamente incluidos) y los excluidos: en Cuba la mayoría de la población está incluida informáticamente, pero pobremente incluida. En ese sentido, la situación de Cuba me hace recordar mi experiencia en Venezuela cuando viví un tiempo allí en la década de 1970: cuando en Buenos Aires solamente se podía hacer cinco extracciones de caja de ahorro por mes, y solamente desde la sucursal en la cual uno tenía la cuenta, en Caracas se podía hacer todas las extracciones que se quisieran (mientras hubiera fondos en la cuenta, claro está) desde cualquier sucursal. O sea en esa época “pre-informática cotidiana” obviamente la Argentina era un país con mayor inclusión (en este caso bancaria) que Venezuela, pero su inclusión era más débil. La diferencia es que era mucho más fácil y rápido llegar a la “inclusión bancaria” para un país como Argentina de mucho mayor desarrollo que Venezuela, y generalizarla a una proporción mayor de su población, que lo que es ahora convertir la inclusión informática débil de Cuba en inclusión informática fuerte, sobre todo teniendo en cuenta que esta cuestión tiene allí aristas políticas no menores.

En general, en informática como en el resto de las actividades científico tecnológicas, es más rápido y más fácil desarrollar ciencia (o islotos científicos) de nivel internacional competitivo que llevarlos a la tecnología y a la inserción en la sociedad. La situación y tendencias en investigación y desarrollo en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Iberoamérica están muy detalladamente analizadas, con numerosos datos y parámetros relevados, en el informe del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (Observatorio, 2012). En ese sentido, como bien indica el trabajo del Observatorio recién citado, existe ya en Iberoamérica –sobre todo en Brasil- tanto una producción científica en ascenso como redes que relacionan a países del área entre sí. Pero a nivel de tecnología y de impacto en la sociedad, es muy difícil hablar todavía de impacto. Como ejemplo, usando la cantidad de publicaciones como indicador de desarrollo científico y la cantidad de patentes como indicador de desarrollo tecnológico (ambas afirmaciones son discutibles, pero pueden usarse en primera aproximación), podemos observar, consultando el documento de trabajo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT, 2012), que en 2010 la producción científica en TIC de Estados Unidos fue de 12.114 publicaciones, en Brasil fue de 706 y Argentina fue de 150, o sea Estados Unidos publicó alrededor de diecisiete veces más artículos que Brasil y ochenta veces más que Argentina. De todos modos, desde el año 2000 Brasil y Argentina más o menos duplicaron su producción científica, y Estados Unidos aumentó un 30%, o sea (muy lentamente) ambos países están mejorando su posición relativa respecto de Estados Unidos. Pero en cuanto a patentes, el panorama es más desolador: las patentes en TIC publicadas en 2010 por Estados Unidos fueron del orden de 16.000, mientras que las de Argentina *en todo el período 2000-2010* fueron 25 y en Brasil, *también en todo el período 2000-2010* fueron 330. Teniendo en cuenta que Brasil tiene la mayor producción científica y la mayor cantidad de patentes publicadas de América Latina, puede observarse que la publicación de patentes latinoamericanas es prácticamente despreciable, y no tiene sentido considerar una curva que pueda ir creciendo incluso significativamente: se tardaría muchos años en alcanzar un nivel competitivo. Más aún, como se indica en el documento de trabajo del MINCyT, “la décima empresa ubicada en el ranking [de empresas titulares de patentes publicadas de TIC], LG, acumula más patentes publicadas que todos los países de Latinoamérica juntos”. De todos modos, dado que la legislación norteamericana se inclina, bajo ciertas condiciones, a otorgar patentes de software, y la Argentina no, es posible que la relación real no sea tan impactante como esos números indican, aunque una mirada atenta a las estadísticas publicadas por la World Intellectual Property Organization (WIPO), cuyos últimos datos disponibles en Internet en diversas publicaciones de dicha organización son de 2014 (se pueden consultar por ejemplo el documento “*World Intellectual Property Indicators, 2014*” en la página web <http://www.wipo.int/ipstats/en/wipi/> de WIPO), indica que en general, considerando todo tipo de patentes, la desproporción sigue siendo altísima.

La relación entre aprovechamiento de la ciencia y desaprovechamiento de la misma (al menos, en su país de origen), en el sentido de que impacte en la tecnología y, finalmente, en la sociedad –y en la geopolítica-, puede ejemplificarse con el desarrollo de la matemática en Polonia entre las dos guerras mundiales. La escuela matemática polaca entre ambas guerras fue absolutamente excepcional; entre sus integrantes podemos mencionar (entre otros) a Waclaw Sierpinski, Kazimierz Kuratowski, Stefan Banach, Alfred Tarski, Stanislaw Ulam, Hugo Steinhaus, Marian Rejewski. Más aún, es un fenómeno muy poco común que un país atrasado y rural como era Polonia en esa época pudiera producir un conjunto tan abundante de matemáticos de primer nivel internacional. Y sin embargo, Polonia siguió siendo un país bastante poco desarrollado, como puede constatararse por ejemplo por la rapidez con que, pese al heroísmo de sus oficiales y soldados, fue rápidamente avasallada por las tropas alemanas (y posteriormente soviéticas) al comienzo de la segunda guerra mundial. Y sin embargo, dos de los matemáticos citados, en el contexto de países desarrollados, tuvieron una importancia histórica fundamental, uno de ellos al ser sus avances científicos utilizados en Gran Bretaña y el otro al insertarse en Estados Unidos: Rejewski logró avances cruciales en el conocimiento del código alemán Enigma, lo cual ayudó en grado sumo para que los británicos (entre ellos el gran Alan Turing, uno de los padres de la computación) pudieran descifrar dicho código, lo cual tuvo un impacto enorme en el desarrollo de la guerra. Y Ulam fue uno de los más importantes colaboradores en el desarrollo de la bomba atómica durante el proyecto Manhattan y luego en el desarrollo de la bomba de hidrógeno y de la

simulación estocástica; puede ser considerado como un símbolo de todos los científicos de alto valor provenientes de países subdesarrollados que se instalan en Estados Unidos y, además de hacer contribuciones científicas –que en muchos casos también las podrían haber hecho en sus países de origen, si se hubieran quedado en ellos- hicieron y hacen aplicaciones tecnológicas de alcance fuera de lo común. Y no son ejemplos en realidad alejados de las TIC: Rejewski fue un criptógrafo excepcional (pre-computadoras), y la criptografía puede perfectamente ser considerada una rama clave de las TIC; en cuanto a los aportes bélicos, como se indica en el ya mencionado libro de Dyson, son incentivos para y resultados de las TIC.

Es decir, el verdadero desafío de los países iberoamericanos (excluyendo a España y Portugal, cuyo contexto europeo es completamente distinto) está en la tecnología, la innovación, la exportación, de productos TIC y de aquéllos para los cuales la participación de TIC en los mismos es significativa (o sea prácticamente todos los que agregan valor, actualmente). Y simultáneamente, en la inclusión de los sectores informáticamente excluidos, que son prácticamente los mismos que los socioeconómicamente excluidos.

Referencias

- Álvarez, Juan, Reportaje en *La Tercera*, 17 de septiembre de 2010, Santiago de Chile.
- Appel, Kenneth y Wolfgang Haken (1977), Every planar map is four colorable Part I. Discharging, *Illinois Journal of Mathematics* **21**: 429–490.
- Appel, Kenneth, Wolfgang Haken y John Koch (1977), Every planar map is four colorable Part II. Reducibility, *Illinois Journal of Mathematics* **21**:491-567.
- Bauer, Friedrich L., *Origins and foundations of computing*, Berlin: Springer, 2010.
- Dyson, George, *Turing's cathedral*, Nueva York: Vintage, 2012.
- Fermi, Enrico, John Pasta y Stanislaw Ulam, *Studies in nonlinear problems I*, Report LA-1040, Los Alamos Scientific Laboratory, Los Alamos, 1955.
- Jacovkis, Pablo M., *De Clementina al siglo XXI. Breve historia de la computación en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires*, Buenos Aires: EUDEBA, 2013.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, *Medición de áreas prioritarias. Producción científica y tecnológica en TIC*, Documento de Trabajo, Secretaría de Planeamiento y Políticas, Buenos Aires, 2012.
- Neves, Margarida de Souza, Silvia Ilg Byington y Arndt von Staa, The B-205 at PUC-Rio. History of the first computer to operate in a Brazilian university. *XXXVIII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI)*, Medellín, 2012, pp. 1-10.
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, *La investigación y el desarrollo en TIC en Iberoamérica – Situación actual y tendencias*. Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, Buenos Aires, marzo 2012.
- Ortiz Arroyo, Daniel, Francisco Rodríguez Henríquez y Carlos A. Coello Coello (2008), Computadoras mexicanas. Una breve reseña técnica e histórica, *Revista UNAM.mx*: 9 (9). <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art63/int63.htm>.

Jacovkis, Pablo M. (2015), Algunas reflexiones sobre las tecnologías de la información y las comunicaciones en Iberoamérica, en: Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), *Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Madrid, 213-221.