

Oportunidades tecnológicas y recomendaciones para la modernización de los Sistemas Integrados de Administración Financiera en América Latina y el Caribe

Carlos Pimenta
Antonio Seco

Sector de Instituciones para
el Desarrollo

División de Gestión Fiscal

DOCUMENTO PARA
DISCUSIÓN N°
IDB-DP-651

Oportunidades tecnológicas y recomendaciones para la modernización de los Sistemas Integrados de Administración Financiera en América Latina y el Caribe

Carlos Pimenta
Antonio Seco

Enero de 2019

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto: Carlos Pimenta, carloscp@iadb.org.

Resumen*

A partir del análisis de algunos factores de éxito para el buen funcionamiento de los sistemas integrados de administración financiera (SIAF) en América Latina y el Caribe (ALC), se identifican ejes tecnológicos para una estrategia de mejora continua de estos sistemas como una plataforma de gestión del gasto público y se presentan recomendaciones para su modernización tecnológica. También se detallan aspectos para un buen mantenimiento de estos sistemas y ampliación de su ciclo de vida, el uso de mejores prácticas internacionales de gestión de la tecnología de la información (TI), el foco en los usuarios del sistema, el incremento del uso de datos y servicios en la nube, el compartir códigos de programación, la exploración del uso de nuevas tecnologías de registro distribuido, la ampliación de los horizontes de los pagos electrónicos y el aumento del uso de *data analytics*, entre otras tecnologías emergentes.

Códigos JEL: H2, H5, H57, H6, H7, H72, O3, O33

Palabras clave: *blockchain*, compartir códigos de programación, computación en nube, *data analytics*, gestión de tecnología de la información, gestión del gasto público, gestión financiera pública, mantenimiento de sistemas, sistemas integrados de administración financiera (SIAF), transparencia fiscal

* Los autores agradecen los revisores del documento, Gerardo Uña (FAD/IMF) y Carola Pessino (FMM/IFD), y también el Fondo de Fortalecimiento de la Capacidad Pública para el Desarrollo (Public Capacity Building Fund for Economic Development, KPC), una colaboración entre el Ministerio de Finanzas del gobierno de la República de Corea y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que financió esta publicación con los recursos de la cooperación técnica ATN/KR-16117-RG.

Índice

Listado de siglas	3
Introducción.....	4
1. Panorama de los SIAF en América Latina y el Caribe	4
2. Estrategias y factores de éxito para el buen funcionamiento de un SIAF.....	7
3. Aspectos tecnológicos y nuevas oportunidades y tendencias. La nueva economía digital.....	11
<i>3.1. SIAF como plataforma, con recursos adecuados, bien mantenido y con foco en sus usuarios</i>	<i>12</i>
<i>3.2. Impactos de las principales tecnologías de información emergentes sobre los SIAF.....</i>	<i>24</i>
4. Conclusiones y recomendaciones	44
Referencias	49

Listado de siglas

AL	América Latina
ALC	América Latina y el Caribe
API	Interfaz de programación de aplicaciones (siglas en inglés)
AWS	Amazon Web Services
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CBA	Commonwealth Bank of Australia
COBIT	Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas (siglas en inglés)
CUT	Cuenta única del tesoro
GFP	Gestión financiera pública
GSA	Administración de Servicios Generales de los Estados Unidos (siglas en inglés)
IaaS	Infraestructura como servicio (siglas en inglés)
ITIL	Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (siglas en inglés)
NIC-SP	Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PaaS	Plataforma como servicio (siglas en inglés)
PIB	Producto interno bruto
SaaS	<i>Software</i> como servicio (siglas en inglés)
SIAF	Sistema integrado de administración financiera
TI	Tecnología de la información
TIER	Certificación para mensurar la infraestructura de un centro de datos

Introducción

El objetivo de esta publicación es presentar recomendaciones para la modernización tecnológica de los sistemas integrados de administración financiera (SIAF) en América Latina y el Caribe (ALC). A partir del análisis de algunos factores de éxito para el buen funcionamiento de los SIAF, se identifican ejes tecnológicos para una estrategia de mejora continua de los SIAF como una plataforma de gestión del gasto público. También se detallan aspectos para un buen mantenimiento de estos sistemas y ampliación de su ciclo de vida, el uso de mejores prácticas internacionales de gestión de la tecnología de la información (TI), el foco en los usuarios del sistema, el incremento del uso de datos y servicios en la nube, el compartir códigos de programación, la exploración del uso de nuevas tecnologías de registro distribuido, la ampliación de los horizontes de los pagos electrónicos y el aumento del uso de *data analytics*, entre otras tecnologías emergentes.

1. Panorama de los SIAF en América Latina y el Caribe

Los SIAF son sistemas informáticos de gestión financiera pública (GFP). Los SIAF apoyan la gestión presupuestaria, financiera y contable del sector público, bajo el principio de registro único y oportuno de las operaciones de ingresos y gastos, al permitir la integración de procesos, la realización de pagos y la generación de los correspondientes estados financieros (Pimenta y Pessoa, 2015). Si bien a partir de la implementación de sistemas informáticos siempre existieron sistemas de gestión financiera en el sector público, el concepto actual de SIAF es el de un sistema único de GFP para todo un gobierno, con una base de datos central y la posibilidad de estructurar y operar una cuenta única del tesoro (CUT).¹

Los SIAF contribuyen a la mejora de la eficiencia y calidad de la GFP. Los SIAF promueven la transparencia y la disciplina fiscal, además de contribuir a una mejor gestión de los recursos públicos (Hashim y Piatti, 2018). Adicionalmente, la calidad de la GFP está relacionada con el nivel de desarrollo y de renta per cápita en los países. En Fritz, Verhoeven y Avenia (2014) se verifica una correlación positiva entre los *scores* consolidados promedios del programa del Gasto Público y Rendición de Cuentas Financieras (PEFA, por las siglas en inglés de Public Expenditure and Financial Accountability) —que mide la calidad de la GFP en los países—, y la renta per cápita en más de 90 países. Si bien hay una correlación levemente

¹ La CUT es una sola cuenta bancaria, o un conjunto de cuentas bancarias y escriturales vinculadas, a través de las cuales el gobierno, por medio de un administrador único (la tesorería), tramita sus cobros y pagos, obtiene una posición financiera consolidada al final de cada día y gestiona centralizadamente esas disponibilidades (Fainboim y Pattanayak, 2011). La CUT está conformada por un conjunto de sistemas, procesos y normas que se aplican a la GFP de un gobierno.

positiva entre la calidad de la GFP y los niveles de renta en estos países, no es posible definir la relación causal entre estos dos factores.

Los SIAF son relativamente recientes en la mayoría de los países. Los SIAF, como un sistema único de GFP para todo un gobierno, entraron en operación en las últimas tres décadas. Más de dos tercios de las versiones de SIAF actuales en funcionamiento en el mundo empezaron a operar a partir de 2006 y más de la mitad de las nuevas versiones de SIAF en ALC lo hicieron en este mismo período.²

Cuadro 1.1. SIAF por año de entrada en operación

Año de operación	Mundo		ALC		América Latina (AL)	
	N° de SIAF	Porcentaje	N° de SIAF	Porcentaje	N° de SIAF	Porcentaje
< 2000	19	9,8	4	12,1	2	10,0
2000-2005	47	24,2	11	33,3	7	35,0
2006-2010	61	31,5	9	27,3	8	40,0
> 2010	67	34,5	9	27,3	3	15,0
Total:	194		33		20	

Fuente: Base de datos del Banco Mundial (CoP FMIS, 2018)

Nota: AL incluye Cuba, República Dominicana y Haití.

Los SIAF pueden desarrollarse a medida o adquirirse en el mercado con la compra de licencias de *software*. Existen SIAF en operación en casi todos los países del mundo; aproximadamente la mitad son sistemas desarrollados a medida para un gobierno y la otra mitad son sistemas provistos por el mercado con la venta de licencias. En los países de América Latina (sin el Caribe) predominan sistemas desarrollados a medida en el 85% de los casos. Entre los 17 países de habla hispana de la región y Brasil, solamente Nicaragua, Panamá y más recientemente Ecuador (en implantación) operan un SIAF provisto por el mercado con la adquisición de licencias.

² Cálculo realizado por los autores a partir de la base de datos del Banco Mundial liderada por Cem Dener.

Cuadro 1.2. SIAF: desarrollo a medida versus compra de licencias

SIAF	Mundo		ALC		América Latina (AL)	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Desarrollo a medida	106	53,5	19	57,6	17	85,0
Compra de licencias	86	43,4	14	42,4	3	15,0
Desconocido	6	3,1	0	0,0	0	0,0
Total de países	198		33		20	

Fuente: Base de datos del Banco Mundial (CoP FMIS, 2018)

Nota: AL incluye Cuba, República Dominicana y Haití.

Es significativo el financiamiento de los donantes y organismos multilaterales en GFP y SIAF. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha financiado 42 préstamos de proyectos de inversión en GFP y SIAF en los últimos 15 años en ALC. Estos préstamos ascienden a más de US\$1.000 millones, a un promedio de US\$26 millones por proyecto incluyendo el nivel subnacional (Pimenta y Uña, 2015). Desde 1985 el Banco Mundial ha comprometido alrededor de US\$4.000 millones en proyectos de GFP y SIAF, a través de 134 operaciones en 74 países, a un promedio de aproximadamente US\$30 millones por proyecto (Hashim y Piatti, 2018: 13).³

En América Latina (AL) muchos SIAF no se actualizan oportunamente. El SIAF más antiguo de la región es el de Brasil del año 1986. En la década de 1990, los SIAF empezaron a expandirse a toda la región, predominantemente como sistemas desarrollados a medida, *in house*, y basados en una arquitectura central para la operación de la CUT. En los últimos años la mayoría de los SIAF de la región entraron en una fase de obsolescencia y necesitan de modernización (Pimenta y Uña, 2015).

Las principales causas de la desactualización de los SIAF en ALC son institucionales y tecnológicas. Para que un SIAF se mantenga actualizado y sea sostenible en el tiempo es necesario garantizar un conjunto de condiciones, tales como un flujo de recursos financieros adecuado que permita su mantenimiento efectivo, con actualizaciones (*updates*) y mejoras continuas (*upgrades*), y el apoyo de un grupo técnico remunerado con sueldos de mercado. Sin embargo, estas condiciones no estuvieron siempre presentes en el mantenimiento de los SIAF en AL. Si se considera que la mayoría de los SIAF de la región fueron desarrollados a medida en las últimas dos décadas y que tienen un ciclo de vida que ameritaría un mantenimiento preventivo permanente, en muchos casos estos sistemas se

³ Además de los gastos para el SIAF mismo (desarrollo, licencias, *hardware*, capacitación, etc.), en algunos proyectos estos montos incluyen otros gastos para el fortalecimiento de aspectos de la administración financiera pública o de la gestión fiscal.

encuentran con problemas de obsolescencia, y varios no cuentan con un mantenimiento adecuado.

La falta de recursos impacta los SIAF. Es común en AL que los salarios de los funcionarios de tecnología en el sector público sean menores que los de sus pares en el mercado privado. Este problema muchas veces lleva a algunos países a solicitar varios financiamientos recurrentes a organismos multilaterales para mantener sus SIAF debido a que las unidades ejecutoras de estos préstamos tienen una mayor autonomía administrativa y presupuestaria. Esta práctica contribuye a mitigar el problema pero sin resolverlo definitivamente, pues el mismo vuelve a existir después de finalizada la ejecución del proyecto. En algunos casos, se contrata a más de cien consultores individuales para el desarrollo de un SIAF con sueldos de mercado, los cuales al finalizar la ejecución del préstamo quedan desfinanciados. Por ese motivo, en algunos casos se solicita un nuevo préstamo para sostener la capacidad del sector público para conservar su SIAF con un mantenimiento adecuado y en operación.⁴

En este contexto de los SIAF en ALC, se presentan a continuación algunas estrategias y factores de éxito para el buen funcionamiento de estos sistemas, como forma de identificar ejes tecnológicos, lo cuales se examinan en mayor detalle en la tercera sección para generar recomendaciones de mejoras para los SIAF en la región.

2. Estrategias y factores de éxito para el buen funcionamiento de un SIAF⁵

En una revisión de la bibliografía sobre SIAF se identificaron nueve estrategias importantes como factores de éxito, las cuales se mencionan a continuación.

Enfoque gradual y modular en la implantación o renovación del sistema. Todo sistema informático tiene un ciclo de vida y sucede lo mismo con los SIAF. Principalmente en los sistemas desarrollados a medida, como es el caso en la gran mayoría de los países de AL, es muy importante un mantenimiento preventivo, gradual y permanente para evitar la necesidad de reemplazar todo el sistema de tiempo en tiempo. Adicionalmente, debido a la complejidad de los mismos, los tiempos de implantación son largos y una estrategia de desarrollo e implantación modular permite una mejor gestión del proceso en el tiempo.

⁴ En países como Argentina, Guatemala, Paraguay y República Dominicana se aprobaron nuevos préstamos que incluyen recursos para el SIAF, después de finalizada la ejecución de un préstamo anterior que había financiado recursos para un SIAF.

⁵ Esta sección se basa en: Hashim y Piatti (2018), Pimenta y Pessoa (2015), Fritz, Verhoeven y Avenia (2014), Hashim y Piatti (2016) y Gupta et al. (2017).

Recursos técnicos y presupuestarios suficientes para el mantenimiento y las actualizaciones del sistema. Es necesario que el administrador de un SIAF cuente con los recursos financieros, técnicos y tecnológicos adecuados para que el sistema reciba un mantenimiento preventivo permanente, además de desarrollar nuevas funcionalidades, perfeccionar las existentes o incorporar nuevos enfoques de gestión (tales como la implantación de los estándares internacionales de contabilidad). El administrador del sistema debe disponer internamente de estos recursos y conocimientos técnicos, funcionales y tecnológicos adecuados o adquirirlos.

Foco en el usuario del sistema. Uno de los principios fundamentales de un SIAF es que se trata de un sistema único, con un administrador central y operado de forma descentralizada; es decir: los usuarios del sistema están dispersos en todos los sectores, agencias y demás unidades del gobierno. Son miles de usuarios, de los cuales depende la calidad y oportunidad de la información registrada, por lo que deben ser atendidos y contar con una capacitación y asistencia técnica permanente. La tendencia es fortalecer el foco en el usuario, tanto fomentando su mayor participación en el diseño e implementación del sistema (comité de usuarios) como mejorando la usabilidad y proveyendo la atención y capacitación adecuada.

Protocolos en funcionamiento para evitar transacciones fuera del sistema. Existen países que tienen un SIAF como una herramienta informática avanzada pero que no se usa en su plenitud; es decir: los usuarios no ingresan en el sistema de forma oportuna toda la información requerida para cada etapa del gasto (precompromiso, compromiso, devengado y pagado).⁶ De esta forma, el sistema no permite generar información oportuna y completa que promueva un manejo de caja efectivo.

CUT con alta cobertura. Cuanto más amplia es la cobertura de la CUT en un SIAF, mejores son las condiciones para realizar una gestión de caja más eficiente y sin recursos ociosos en cuentas que no controla el tesoro. La mayoría de los países de ALC adoptan el concepto de CUT como un principio; sin embargo, muchos tienen todavía una cobertura incompleta al transferir recursos del tesoro a otras entidades, agencias o unidades (ya sean otros poderes, universidades, o incluso los pagos de pensiones) sin realizarlos directamente por medio del SIAF.

Integración de la información presupuestaria con el pago y el registro contable (registro único). Para que los usuarios del sistema no tengan que ingresar la misma información más de una vez y para garantizar la consistencia y calidad de la información, es

⁶ Como por ejemplo en República Dominicana y otros países de la región.

importante el registro único, siempre que sea posible, integrando tanto los procesos como la clasificación presupuestaria y contable. Esto promueve una mayor automatización de la contabilidad.

Proyecto de gestión de gastos y no solamente un proyecto de contabilidad. Un SIAF es la base de la contabilidad pública y debe apoyar tanto los registros contables como la automatización de la generación de los estados financieros. Sin embargo, los SIAF van mucho más allá de la contabilidad, ya que apoyan la mayoría de las funciones de la GFP, tales como la preparación y ejecución presupuestaria, la gestión de caja de la tesorería, los pagos electrónicos y la gestión de la deuda pública. Incluso en algunos casos está integrado con otros sistemas administrativos auxiliares, como las compras y contrataciones, el pago de la nómina de personal y la gestión de activos.

Incorporación de la Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NIC-SP) en los SIAF. Las NIC-SP son estándares contables para el sector público que disponen sobre registros por competencia y no solamente por flujo de caja (como fueron estructurados la mayoría de los SIAF). Por lo tanto, todavía es necesario alinear los SIAF a estos nuevos estándares, incluyendo el registro oportuno de los activos y pasivos del sector público en los estados financieros generados en el sistema.

Compromiso y liderazgo técnico y político (economía política de sistemas). Los SIAF son sistemas muy complejos y de largo alcance en el sector público, por lo que están sujetos a la economía política de distintos intereses de diversos actores institucionales y usuarios del sistema. Para alinear estos intereses es fundamental contar con suficiente liderazgo técnico y político, además de un marco normativo que fortalezca este liderazgo y la operación y mantenimiento adecuados del SIAF.

A partir de estas estrategias y factores de éxito para el buen funcionamiento de los SIAF, en 2018 se realizó una encuesta de opinión a 18 especialistas del BID que son o fueron jefes de equipo de proyectos financiados por el Banco en los últimos 15 años⁷ que incluyeron SIAF. En esta encuesta se identificaron las percepciones sobre los principales problemas de estos proyectos, las estrategias más importantes, los desafíos en el mantenimiento del sistema y su documentación, el uso de servicios en la nube, el compartir códigos y sistemas, el uso de *data analytics*, entre otros temas. La encuesta con los especialistas del BID fue utilizada para identificar los temas tecnológicos más relevantes entre los factores de éxito de la revisión

⁷ La encuesta con especialistas del Banco abarca los últimos 15 años debido a que estos proyectos tienen un período de ejecución largo □ algunos alcanzaron 10 años de ejecución □ y la opinión de los especialistas es actual.

bibliográfica a fin de seleccionar los ejes tecnológicos de modernización de los SIAF que son analizados en la tercera sección y de elaborar las recomendaciones de esta publicación.

En la encuesta se identificaron las estrategias más importantes en estos proyectos: el compromiso y liderazgo técnico y político de las autoridades del gobierno, la integración de procesos, el foco en el usuario del sistema y el control para no permitir gastos fuera del SIAF. En un segundo nivel de estrategias relativamente importantes se identificaron el mantenimiento del sistema, el enfoque gradual en la implementación del SIAF y la cobertura de la CUT.

Asimismo, en la encuesta se reveló que el mayor problema estaría en la ejecución del proyecto, durante la etapa de contratación de consultorías o de adquisición de bienes y servicios, y el desempeño del prestatario,⁸ seguido por la gestión de las consultorías. En un segundo nivel de problema relativamente importante se identificaron la sustentabilidad, el diseño del proyecto y la resistencia al cambio.

Para los encuestados el mayor obstáculo en el mantenimiento sería la inexistencia de procedimientos para la documentación del sistema y la falta de recursos técnicos. En un segundo nivel de problema relativamente importante se identificó la falta de capacidad para la selección y contratación de servicios de tecnología. Estas cuestiones se relacionan con la necesidad de creación de capacidad institucional en las entidades responsables por el mantenimiento del SIAF para extender su ciclo de vida. No fue identificado como un problema muy importante la falta de infraestructura (*hardware*).

Según esta encuesta, los procesos funcionales están documentados y en algunos casos existe una unidad encargada de mantener esta documentación actualizada; sin embargo, más allá de los procesos, en muchos casos no hay una documentación completa y actualizada de la codificación (programación informática) de los mismos. Dos tercios contestaron que en estos proyectos no se identificó el uso de marcos internacionales de buenas prácticas como la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL, por sus siglas en inglés)⁹ o los Objetivos de Control para Información y Tecnologías Relacionadas (COBIT, por sus siglas en inglés)¹⁰ en la gestión del ciclo de vida del SIAF.

⁸ El desempeño es afectado por el alargamiento de los plazos de ejecución previstos inicialmente y por la dificultad para realizar las contrataciones requeridas y lograr los resultados inicialmente propuestos en el proyecto.

⁹ ITIL (Information Technology Infrastructure Library) es un marco de buenas prácticas que guía a organizaciones en el uso de la TI como herramienta para facilitar el crecimiento, cambio y transformación de los negocios. Más información disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Information_Technology_Infrastructure_Library.

¹⁰ COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies) es un marco de buenas prácticas creado por la Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información (ISACA, por las siglas en inglés de Information Systems Audit and Control Association) para la gobernanza de la TI. Para conocer más, visítase: <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/COBIT-5-spanish.aspx>.

Para los encuestados, el mayor obstáculo para usar servicios en la nube sería la incertidumbre sobre la seguridad de la información fuera de los centros de datos del administrador del SIAF. Un segundo nivel de obstáculo relativamente importante sería la falta de reglamentación y de conocimiento para el uso de la nube. No se identificaron como un problema importante las eventuales restricciones presupuestarias para el pago corriente de los servicios en la nube.

Por su parte, el mayor obstáculo para compartir códigos y sistemas sería la desconfianza de que los sistemas abiertos no son robustos y la falta de conocimientos. Un segundo nivel de obstáculo relativamente importante en estos casos sería la incertidumbre sobre la seguridad de la información. No se encontraría un problema en la desconfianza sobre la calidad y cobertura de la información ni en la falta de regulación.

Según la encuesta, todavía hay poco uso de *data analytics* de las bases de datos de SIAF (dos tercios no usan). Prácticamente siempre hay una mesa de ayuda (*help desk*) de atención al usuario, pero sin asistentes virtuales como el *chatbot*, y no se mide la satisfacción del usuario ni los tiempos de respuestas de incidentes.

A partir de las conclusiones de esta encuesta, alineadas con las estrategias y factores de éxito presentados anteriormente, se identificaron los principales ejes tecnológicos, oportunidades y tendencias en tecnología de la información para una estrategia de mejora continua para un SIAF como una plataforma de gestión del gasto público. Estos se tratan en mayor detalle en la próxima sección.

3. Aspectos tecnológicos y nuevas oportunidades y tendencias. La nueva economía digital

El avance exponencial de la innovación tecnológica y la transformación institucional, con la conformación de una nueva economía digital, viene impactando la política y la gestión fiscal no solamente en los países desarrollados sino también en todos los países de ALC. La efectividad de la política fiscal en la recaudación y uso de los recursos depende mucho de la información y tecnologías disponibles a los gobiernos. La revolución digital ofrece nuevas y muy significativas oportunidades para las finanzas públicas (Gupta et al., 2017) y los SIAF son una parte esencial en este proceso.

A continuación se presentan dos subsecciones de análisis de soluciones para los SIAF. Una primera, más conceptual y que considera mayormente las tecnologías actuales, propone una nueva visión y arquitectura para el desarrollo y mejora continua hacia un SIAF como una plataforma de gestión del gasto público, incluyendo un mantenimiento adecuado y oportuno del

sistema, su seguridad y el foco en sus usuarios. La segunda subsección trata de los impactos de cinco importantes TI emergentes¹¹ sobre los SIAF de ALC en el corto y mediano plazo, lo que genera oportunidades y tendencias que deben considerarse al momento de diseñar una estrategia de modernización de estos sistemas.

3.1. SIAF como plataforma, con recursos adecuados, bien mantenido y con foco en sus usuarios

Si bien no existe una definición única de “plataforma digital”, en general se refiere a servicios digitales en Internet, tales como mecanismos de búsqueda, medios sociales, plataformas de comercio electrónico, tiendas de aplicaciones en línea, sitios de comparación de precios, entre otros. De manera genérica, estas plataformas pueden ser definidas por capacidades tales como: facilitar transacciones entre usuarios; recopilar, utilizar y procesar grandes cantidades de datos; construir redes en las que cada usuario adicional mejora la experiencia de todos los demás usuarios; crear y dar forma a nuevos mercados en arreglos más eficientes y disruptivos; organizar nuevas formas de participación social, entre otras (Unión Europea, 2016).

Los primeros SIAF de fines de los años ochenta y principios de los noventa se desarrollaron en plataformas informáticas propietarias a las que se accedía por terminales sin capacidad de procesamiento, mayoritariamente en una arquitectura cliente-servidor. El equipo servidor era en general un computador central (*mainframe*) que almacenaba datos y el tratamiento de los procesos de negocio, y los clientes eran terminales o microcomputadoras con funciones de colección de datos y presentación. A partir de fines de la década de 1990, con la evolución de Internet, la mayoría de los SIAF pasaron a desarrollarse y operarse en plataformas tipo web, en las cuales los equipos clientes poseen interfaces estandarizadas (principalmente *Hypertext Markup Language* [HTML]) y acceden al sistema central a través de Internet. Esta modalidad de computación posibilita que sistemas centralizados antiguos pero bien mantenidos, con reglas de negocio y datos en *mainframe* o grandes servidores, tengan relevancia cuando son envueltos por capas de protocolos e interfaces estandarizados basados en el uso de la web.

Actualmente se observa un incremento exponencial y continuo de la capacidad de procesamiento, almacenamiento y conectividad de los servidores, con alta confiabilidad y precios cada vez menores por unidad de procesamiento y almacenamiento, y alta

¹¹ Incrementar en la nube el uso de datos y servicios, compartir códigos de programación, explorar el uso de nuevas tecnologías de registro distribuido (como *blockchain*), ampliar los horizontes de los pagos electrónicos y aumentar el uso de *data analytics*.

escalabilidad. Los sistemas operativos, los *softwares* de base de datos y los lenguajes de programación también siguen en permanente evolución, y se aprovechan de nuevos algoritmos y tecnologías pero manteniendo la compatibilidad con versiones anteriores. Este ecosistema que tiene como norma la evolución con retrocompatibilidad, asociado a metodologías robustas y flexibles de desarrollo de sistemas, permite que nuevas y sofisticadas tecnologías como *data analytics*, inteligencia artificial con aprendizaje de máquina (*machine learning*) puedan agregarse a los actuales sistemas de información como capas, sin rupturas o exigencia de transformación radical del sistema que procesa las reglas de negocio.

3.1.1. Estrategias de desarrollo o adquisición de un SIAF, su modularidad e interoperabilidad

En AL los SIAF a medida son la preferencia en el 85% de los países (véase el cuadro 1.2 en la primera sección). El mayor interés en esta modalidad de desarrollo es la idea de flexibilidad del sistema, que puede adaptarse a cualquier nuevo requisito legal, normativo o preferencias del administrador funcional.

Otra alternativa de implementación de un SIAF es la adquisición de un *software* en el mercado (compra de una licencia) y su ajuste y parametrización. Los sistemas adquiridos en el mercado son actualizados periódicamente por su proveedor con la inserción de nuevas buenas prácticas de mercado, pero no son muy flexibles a inserciones sistemáticas de código de programación por parte de los clientes (Schiff, 2014). En resumen, la institución que elige la adquisición de una licencia debe preferentemente alinear sus procesos con las buenas prácticas de mercado, condición importante para el éxito en el mediano y largo plazo, lo que no es sencillo en el sector público en los países de AL.

Los sistemas administrativos auxiliares también tienen alternativas de mercado, especialmente los sistemas de recursos humanos/nómina de personal y de compras públicas, que siguen procesos más homogéneos y poseen varios proveedores con productos especializados y probados en el mercado. Sin embargo, para integrarlo al núcleo del SIAF para una operación en tiempo real, en caso de que los orígenes de ambos *softwares* sean distintos, sería necesario por lo menos desarrollar interfaces del sistema administrativo auxiliar con el núcleo del SIAF (sea el mismo núcleo desarrollado a medida o adquirido en el mercado) para que las etapas del gasto sigan ejecutadas en tiempo real. Varios *softwares* de mercado que implementan los sistemas administrativos auxiliares se ofrecen como *software* como servicio

(SaaS, por sus siglas en inglés)¹² en la nube, lo que representa también una oportunidad de ahorros en infraestructuras informáticas, soporte, operación y costo de licencias.

La elección de un sistema de mercado o no es una decisión estratégica que repercutirá en los destinos de las entidades públicas por muchos años. La empresa proveedora del sistema no sería solamente un vendedor de *software* sino un aliado en la mejora de las finanzas públicas. Esta decisión estratégica debe basarse en estudios de factibilidad económica y política, y análisis de riesgos, además el sistema debe compararse con la capacidad instalada en el gobierno y el nivel de flexibilidad en los procesos de GFP del país.

Otro aspecto importante es la interfaz, ya sea entre los varios componentes de un SIAF, entre el SIAF nacional y los SIAF subnacionales, o entre el SIAF y otros sistemas auxiliares. Una alternativa importante es el uso de servicios web (*web services*),¹³ que es una aplicación de *software* con un modo estandarizado de proveer interoperabilidad entre aplicaciones heterogéneas.

Los SIAF en operación con arquitectura modular pueden modernizarse y acercarse a estas nuevas facilidades sin necesidad de rehacer todo el sistema, tal como se mencionó anteriormente.

3.1.2. SIAF como una plataforma de la gestión del gasto público

Una plataforma es un producto que sirve o habilita otros productos o servicios.¹⁴ En este contexto el SIAF es un núcleo de sistema con arquitectura modular, bien estructurado y bien mantenido, en el cual se pueden realizar cambios y mejoras en un módulo sin desestructurar los demás, y a partir del cual se desarrollan o adquieren los demás sistemas. En una “plataforma” SIAF las reglas e interfaces son claras, los sistemas a medida y otros adquiridos en el mercado pueden convivir e interactuar sin la necesidad de una modalidad única, lo que adicionalmente facilita el uso de servicios en la nube.

Los requisitos tecnológicos para la interoperabilidad con sistemas internos o externos (de otras instituciones públicas o privadas) estarán establecidos, y es necesario definir las reglas de negocio que deben cumplir las partes en cada caso bajo estándares que posibiliten que diversos módulos o sistemas se comuniquen entre sí.

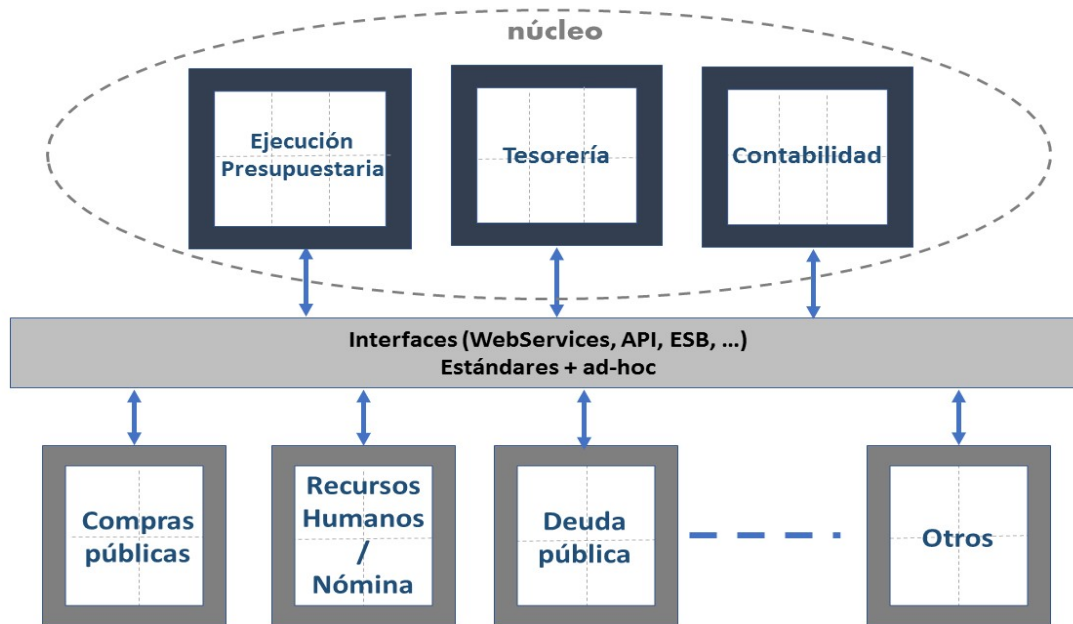
¹² En inglés: *software as a service*. Se ofrecen más detalles al respecto en el apartado 3.2.1 sobre computación en nube y su utilización en los SIAF.

¹³ Los *web services* utilizan tecnologías estándares en la web, tales como HTTP, XML, etc. También emplean una interfaz de programación de aplicaciones (API, por las siglas en inglés de Application Program Interface), un conjunto de funciones y procedimientos usados para interconectar sistemas.

¹⁴ Para más información, visítase: <https://www.gartner.com/it-glossary/platform-digital-business>.

Una arquitectura modular para un SIAF puede extenderse inclusive al núcleo del sistema, tal como se presenta en el gráfico 3.1.

Gráfico 3.1. Arquitectura modular del SIAF



Fuente: Elaboración propia.

Como parte del proyecto de implementación de un SIAF es importante considerar simultáneamente el montaje y puesta en marcha de un entorno de gestión, preferiblemente basado en marcos internacionales de buenas prácticas, como ITIL y COBIT. Un SIAF que esté en operación sin un marco de gestión enfrenta riesgos importantes, por lo que debería adoptar un marco específico.

La caracterización de un SIAF como plataforma promueve los controles, la calidad y la sostenibilidad del sistema. Bajo tales condiciones, los cambios y modernizaciones se realizan sin interrupción del sistema y sin necesidad de un “nuevo” SIAF cada 10 o 15 años, lo que maximiza el ciclo de vida del sistema y la inversión realizada. De esta forma, no importa la estrategia de desarrollo utilizada para un SIAF (a medida, *in house* o no, adquisición de licencias en el mercado y otras variaciones), ya que lo esencial es construir y operar un entorno modular de gestión del sistema a partir de un marco de buenas prácticas.

3.1.3. Nuevas soluciones institucionales para promover un flujo de recursos financieros adecuado a un SIAF

Para que un SIAF sea sostenible en el tiempo es necesario un flujo de recursos financieros que permita un mantenimiento efectivo, con el apoyo de un grupo técnico remunerado con sueldos de mercado. Sin embargo, en AL es común que los salarios de los funcionarios de tecnología en el sector público sean menores que los de sus pares en el mercado privado. Contratar consultores individuales con financiamiento externo no soluciona el problema, solamente lo posterga para más adelante.

Una posibilidad es considerar nuevas soluciones institucionales, como por ejemplo el establecimiento de agencias de GFP con autonomía administrativa y presupuestaria, como ya sucede con las administraciones tributarias en la región, lo que podría posibilitar el pago de salarios más próximos al mercado a los funcionarios de tecnología en GFP, además de promover una gestión más moderna y flexible para enfrentar los desafíos de la nueva economía digital.

Siguiendo la tendencia que se inició en los años noventa, actualmente el 65% de las administraciones tributarias de AL tienen autonomía administrativa y presupuestaria (11 de 17). Esta tendencia se ha dado en todo el mundo; así, en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) 20 administraciones tributarias (59%) cuentan con autonomía frente a 14 que no la tienen (CIAT y BID, 2013).

Otro ejemplo es el área de compras y contrataciones públicas, que en los últimos 20 años en AL tuvo un gran avance tecnológico y funcional, debido entre otras razones a la creación de unidades u organismos rectores de compras públicas electrónicas. Actualmente, un tercio de estas unidades tienen autonomía administrativa y presupuestaria (seis de un total de 18). Adicionalmente, entre los seis países de AL con una mejor evaluación sobre su sistema de compras públicas por parte de la OCDE (mediante Methodology for Assessing Procurement Systems [MAPS]), cinco tienen autonomía (Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay y Perú) lo que puede indicar que cuanto mayor es la autonomía, mejor es el desempeño de estas unidades.

La creación de agencias con autonomía permite separar las actividades de política de las funciones de operación en la GFP, manteniendo la formulación y evaluación de políticas de la GFP en la administración directa (ministerios de economía y finanzas), y las actividades de operación de la GFP en agencias, tal como sucede en el área tributaria y empieza a ocurrir en el área de compras públicas. Algunos ejemplos de agencias de GFP en operación en otros países son el Servicio Coreano de Información en Finanzas Públicas (KPFIS, por sus siglas en

inglés),¹⁵ la Agencia para la Informática Financiera del Estado (AIFE, por sus siglas en francés)¹⁶ en Francia y el Servicio Federal de Procesamiento de Datos (Serpro)¹⁷ en Brasil.

3.1.4. Mantenimiento del sistema y su impacto en el ciclo de vida de un SIAF

La gobernanza de TI abarca el alineamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con la estrategia de los procesos de las organizaciones. Además, considera las metas y la estrategia en todos los departamentos y áreas funcionales de una organización, y proporciona el mejor uso de la tecnología y de sus estructuras organizativas para alcanzarlas. En el caso de los SIAF, sus órganos de gestión (por lo general los ministerios de finanzas) establecen metas y estrategias y definen las orientaciones tecnológicas, que están influenciadas por orientaciones estratégicas sectoriales, ministeriales y nacionales.

La utilización de un modelo de gobernanza de TI de aceptación internacional facilita la organización de la gestión de TI en una institución. Las guías de buenas prácticas ITIL y COBIT, mencionadas anteriormente, pueden ser utilizadas en conjunto o implementadas por partes. En ambos modelos la gestión abarca también el mantenimiento de sistemas y asume un rol crítico en la consecución de los objetivos institucionales.

Al igual que los demás sistemas de información, los SIAF poseen un ciclo de vida que debe ser observado y tratado en todas sus fases para que su eficacia y eficiencia contribuya permanentemente a la gestión de las finanzas públicas. En el modelo ITIL, que es el más utilizado en ALC, el ciclo de vida de un sistema está dividido en cinco fases: estrategia del servicio, proyecto del servicio, transición del servicio, operación del servicio y mejoras continuas del servicio.

En el ciclo de vida el mantenimiento del sistema es parte de la fase “transición del servicio” bajo el proceso de gestión de cambios y tiene un importante valor, dado que los SIAF por lo general son sometidos a constantes procesos de cambios durante toda su vida útil, en los programas aplicativos y en su infraestructura informática. La utilización de métodos y técnicas adecuados de mantenimiento y registro y de documentación de cambios garantizan una mayor calidad del sistema y una vida útil prolongada. En la tercera versión del modelo ITIL (ITIL v3), el mantenimiento de sistemas está representado directamente por tres procesos:

- i. **Gestión de cambios:** el objetivo es establecer procedimientos estandarizados para el tratamiento de solicitudes de cambios relacionados a la TI y facilitar la valoración, ordenamiento, coordinación, documentación y evaluación de todos los cambios.

¹⁵ Para más información, visítase: <http://www.kpfis.or.kr/eng/index.do>.

¹⁶ Para conocer más, visítase: <https://www.economie.gouv.fr/aife/agence-pour-linformatique-financiere-letat-0>.

¹⁷ Puede visitarse la página web de Serpro en: <http://serpro.gov.br/>.

- ii. **Gestión de versiones:** la meta es gestionar la entrada en operación de una nueva versión de *software* o *hardware*. En términos de importancia, una nueva versión puede clasificarse en principal, secundaria y de emergencia, y los controles aplicados a cada tipo son distintos.
- iii. **Gestión de configuraciones:** la finalidad es identificar, almacenar, controlar, reportar, auditar y verificar los activos de los servicios e ítems de configuración.¹⁸

Todo proceso de cambio tiene riesgos asociados, desde fallas delimitadas hasta una falla total del sistema. La prevención de estos riesgos se considera en prácticamente todas las etapas de desarrollo de un sistema, pero asume una importancia crítica en sus pruebas, especialmente en sistemas de información sometidos a cambios sistemáticos. Algunos de los aspectos importantes en los cambios informáticos son los siguientes:

- i. El primer aspecto es la reutilización de módulos o rutinas, común en modelos de desarrollo de sistemas y en los SIAF, en la cual es importante identificar posibles impactos de cambios en otras partes del sistema. Los modelos de desarrollo (cascada, agile, etc.) poseen reglas que permiten seguir estas dependencias.
- ii. Un segundo aspecto se refiere a la seguridad del *software*, que posee un ámbito general, pero con una especificidad importante relacionada con la posibilidad de la introducción de códigos falsificados o *backdoors*¹⁹ (cuando un mecanismo de seguridad es ultrapasado sin ser detectado) en los muchos cambios procesados.
- iii. Un tercer aspecto son las pruebas de los cambios realizados. La prueba de *software* se ha vuelto una especialidad para perfiles técnicos con habilidades específicas. Por su porte e importancia, es recomendable que los SIAF posean un equipo de pruebas que pueda verificar toda la documentación requerida por el proceso de cambio y realizar las pruebas determinadas (unitarias, integración, etc.) con técnicas y herramientas especializadas, subsidiando adecuadamente a las partes interesadas (desarrolladores y áreas de negocio).
- iv. El último aspecto son las pruebas automatizadas,²⁰ necesarias en grandes sistemas como los SIAF, especialmente en las pruebas de integración. Para cada cambio realizado, la prueba específica de consistencia del cambio (unitaria) es solamente una

¹⁸ Una descripción detallada de estos procesos, incluyendo roles, categorización, descripción e indicadores de performance puede encontrarse en: <https://www.mitsm.de/change-management-en>; <https://www.mitsm.de/release-management-en>; <https://www.mitsm.de/configuration-management-en>.

¹⁹ Para una definición más detallada, véase: <https://www.techopedia.com/definition/3743/backdoor>.

²⁰ Una prueba automatizada es la utilización de un *software* especial para controlar la ejecución de pruebas y comprobar que los resultados obtenidos son compatibles con los resultados esperados. Existen varias herramientas de automatización de pruebas de *software* en el mercado, tales como IBM Rational Functional Tester y Zaptest (*software* libre).

parte del proceso. Hay que probar nuevamente los principales casos de uso del sistema para evidenciar que siguen funcionando adecuadamente aún con las modificaciones introducidas,²¹ principalmente por los motivos mencionados en el primer punto.

Los modelos mencionados, COBIT e ITIL, son referencias y pueden implementarse de acuerdo con las necesidades y considerando las dimensiones de las instituciones que los adoptan.

La construcción del entorno de gobernanza de TI, del cual la gestión de cambios es solamente una parte, es crítica para el éxito de los SIAF y puede realizarse con apoyo externo especializado. Los modelos de gobernanza mencionados no requieren una implementación completa y pueden efectuarse por partes, iniciando con los procesos más críticos, de acuerdo con el diagnóstico de cada institución. Para un SIAF ya en operación, probablemente la gestión de cambios es uno de los procesos más críticos a ser evaluado.

Asimismo, es importante crear capacidad de gestión de TI en el sector público, con el objetivo de orientar la creación de la gobernanza. Esta capacidad se basa en cursos, certificaciones y capacitación *on-the-job* construida por el trabajo conjunto con los consultores externos.

3.1.5. Mantenimiento y vida útil del SIAF

Un SIAF está sujeto a constantes cambios y actualizaciones durante su vida útil. Desde los requeridos por cambios legales, normativos y de procedimientos hasta ajustes de pantallas, nuevas funcionalidades y mejoras tecnológicas. En el caso de que estos cambios no se realicen de forma oportuna y estén guiados por procedimientos y documentaciones bien definidos en buenas prácticas internacionales, la vida útil del sistema podría reducirse drásticamente. De esta manera, el sistema perderá poco a poco su modularidad y se volverá difícil y costoso de mantener, mejorar y expandir, porque nadie o pocos entenderán su lógica interna y se atreverán a tocar sus códigos de programación. En estos casos es común optar por escribir otra rutina para cada nuevo caso y dejar la anterior abandonada, porque nadie sabe si la rutina existente es utilizada por otros o incluye alguna condición especial desconocida. Como consecuencia, el sistema se llenará de trozos de códigos y de datos, que nadie sabrá para qué sirven y que lo tornarán más grande y lento. Cada mantenimiento en el sistema o en las bases de datos significará un riesgo ampliado de interrupciones en la operación así como la introducción de errores, que muchas veces serán percibidos horas o días más tarde.

Cuando una situación similar a la descrita se detecta, se debe evaluar si hay una manera de ajustarse a un nuevo modelo de operación, adoptando las buenas prácticas de

²¹ Denominadas “pruebas de regresión”.

mantenimiento de *software* y buscando recuperar el sistema hacia la estabilidad operativa, por medio de la revisión y documentación de los códigos existentes, y la utilización de técnicas de ingeniería reversa y análogas. Pero algunas veces, después de años de operación bajo tales condiciones negativas, será más efectivo y menos costoso definir una estrategia para la implementación de un nuevo SIAF. En este caso, se debe aprovechar para repensar prioritariamente el entorno legal y procedimental que conlleve a un nuevo SIAF no solamente evolucionado en la tecnología.

En contextos con una continua mala gestión del mantenimiento, los riesgos de disrupción del SIAF se vuelven muy altos y en caso de que se concreten, podrían tener serios efectos negativos para el gobierno y sus ejecutivos. El mantenimiento adecuado de un SIAF es esencial para garantizar un buen desempeño, contribuir a la satisfacción de los usuarios, reducir costos en el mediano y largo plazo y maximizar su vida útil. La estrategia de SIAF como una plataforma que posibilita su mejora continua, depende no solo de la modularidad de sus funciones sino también de la calidad de su mantenimiento, registro y documentación.

Es común que solicitudes de cambios en el cortísimo plazo, normalmente realizadas por los administradores funcionales, se usen como justificación por los gestores de TI para saltar etapas especificadas en los modelos y buenas prácticas internacionales. El ejercicio continuo de estas conductas no documentadas y nocivas de mantenimiento del *software* termina reduciendo la vida útil de un SIAF. Esto viene ocurriendo en ALC en las últimas décadas y es uno de los principales problemas por el que se propone de forma recurrente la adquisición o desarrollo de un nuevo sistema de tiempo en tiempo.

Algunas recomendaciones prácticas para que un mantenimiento preventivo sea eficaz y permita prolongar la vida útil de un SIAF serían las siguientes:

- i. La construcción del ambiente de gestión del ciclo de vida del SIAF debe ser parte del proyecto inicial del sistema. Los modelos COBIT e ITIL son buenas referencias para esta tarea.
- ii. Si un SIAF está en operación sin un modelo de gestión vigente, o este modelo es deficiente, conviene rever todo el modelo. Puede ser eficaz iniciar esta revisión por la fase de “transición del servicio”, en especial los procesos de gestión de cambios.
- iii. Observaciones empíricas en instituciones gestoras de SIAF indican que incluso con procesos de gestión establecidos, muchas veces estos no se cumplen o se cumplen parcialmente. La justificación para esta actitud es la necesidad de resolver con agilidad y/o la emergencia de los cambios. Los procesos formales de gestión de cambios poseen subprocesos dedicados al tratamiento de cambios urgentes o de emergencia, pero aún

estos cambios necesitan controles específicos, lo que requiere la concientización de técnicos, administradores y clientes, además del ejercicio del poder del gestor.

- iv. La proliferación de solicitudes de cambios indica posiblemente que se trata de un sistema funcionalmente desactualizado, que debe pasar por una revisión funcional en los subsistemas más usualmente modificadas. Los procesos de gestión de cambios poseen indicadores para orientar tales decisiones.

Finalmente, está el tema de la seguridad de la información, que abarca aspectos de integridad, disponibilidad y confidencialidad. En este contexto la autenticación de los usuarios desempeña un rol clave, y comprende tecnologías y métodos de entrega, autenticación y manejo de las claves de acceso al sistema. Aunque existan tecnologías más seguras para proveer acceso a un SIAF (por ejemplo, la firma digital), el 92% de los 14 países que contestaron a un cuestionario aplicado en AL sobre sus SIAF²² todavía utilizan el método de *user id / password*, incluyendo algunos (20%) que utilizan una técnica mixta, con la exigencia del uso de firmas digitales para determinadas transacciones. Igualmente es importante que la entrega de una clave de acceso al SIAF sea formal, es decir, sujeta a prerequisites (por ejemplo, que el usuario haya participado de determinada capacitación previa) y luego de la firma de un documento de aceptación de las reglas y de las penalidades acarreadas por el mal uso por parte del usuario. Se recomienda avanzar gradualmente con el uso de las firmas digitales para el acceso, formalizando el proceso de entrega de autorizaciones de uso del sistema.

Las amenazas internas son más severas que aquellas que pueden venir del exterior, ya que estos usuarios conocen el ambiente informático y tienen algún nivel de acceso a los componentes del sistema. Ataques cibernéticos, inserción de código de *backdoor* y robo de información son amenazas que se vuelven más severas si vienen del interior de la institución.

Por otro lado, el 70% de los SIAF participantes de este cuestionario utilizan Internet como red de acceso exclusiva o complementaria a la red privada. El uso creciente de Internet demanda esquemas de seguridad más sofisticados para evitar quiebras de seguridad cada vez más usuales en el mundo cibernético. El mismo cuestionario reveló que solamente el 30% de los SIAF utiliza criptografía en la base de datos y que solo el 60% posee técnicos dedicados a la gestión de la seguridad del sistema.

²² El cuestionario fue aplicado por el BID entre agosto y septiembre de 2018 en 14 países de AL para la evaluación de sus SIAF: Argentina, Brasil (São Paulo), Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, República Dominicana y Uruguay. Este cuestionario se llevó a cabo en el marco de la Cooperación Técnica con la República de Corea ATN/KR-16117-RG: Modernization of Integrated Financial Management Information System (IFMIS) in Latin America and the Caribbean (LAC) from the Korean Experience.

Considerando que los SIAF en ALC son mayormente centralizados, menos del 15% de los participantes del cuestionario tiene su centro de datos certificado por un estándar internacional, como el TIER (estándar regulado por la norma TIA 942, que clasifica los centros de datos en cuatro niveles —TIER 1, 2, 3 o 4— de acuerdo principalmente a la disponibilidad esperada).²³ Además, el 40% no posee centro de datos de contingencia ni política de continuidad de los servicios.

Se observa una necesidad de evaluación y mejora de los aspectos de seguridad de los SIAF, que debería ser tratada como una prioridad. La existencia y práctica de una política de seguridad que trate los problemas de seguridad del ambiente SIAF, sostenida por una unidad especializada en la institución, es la mejor forma de enfrentar estos desafíos. Cabe resaltar que mejorar la seguridad implica inversiones consistentes en tecnología, recursos humanos, capacitación y procedimientos.

3.1.6. Foco en el usuario: capacitación, atención, participación y usabilidad del sistema

La operación de un SIAF requiere usuarios especializados y capacitados, es decir, con conocimientos funcionales de finanzas públicas y capacitación en el uso de la herramienta de modo que logre concretar sus objetivos. La construcción de un ecosistema de formación continua es el primer requisito para la calidad operativa del sistema, aprovechando las nuevas tecnologías emergentes.

Hay varias experiencias nuevas en este campo. El Tesoro Nacional de Brasil, administrador del SIAF del gobierno federal, dispone de un canal en YouTube²⁴ con material de formación *on-line* que tiene contenido de administración financiera y de módulos del SIAF, y también promociona la disseminación de contenidos por medio de Twitter y Facebook.

A su vez, una vez formados y capacitados, los usuarios de SIAF necesitan un apoyo permanente para operar el sistema. Este apoyo se requiere en las áreas de tecnología, de uso del sistema o las relacionadas a los procesos de negocio. Tradicionalmente este apoyo lo realizan los centros de atención al usuario, a través del teléfono u otros medios de comunicación, que cuentan con especialistas disponibles en todas las áreas funcionales y

²³ El estándar no clasifica al sistema de información sino a su infraestructura informática (centro de datos). Los centros de datos que hospedan sistemas críticos buscan alcanzar el TIER 3, que debe garantizar el 99,98% de tiempo de disponibilidad, un máximo de 1,6 horas fuera de servicio al año y la disponibilidad de energía autónoma de por lo menos 72 horas. Para una descripción más detallada del estándar, visítese: <https://www.colocationamerica.com/data-center/tier-standards-overview.htm>.

²⁴ El canal en YouTube del Tesoro Nacional está disponible en: https://www.youtube.com/user/TesouroNacional/@_tesouro/@tesouronacional.

tecnológicas. La dificultad y los costos asociados al mantenimiento de esta estructura son altos y muchas veces no se logran los resultados esperados.

Tecnologías modernas de información, como *data analytics* e inteligencia artificial, en especial *machine learning* (aprendizaje automatizado de máquinas), están revolucionando el área de los servicios de apoyo a los usuarios, reduciendo la necesidad de asignación de especialistas, bajando costos y proveyendo atención continua las 24 horas del día, los siete días a la semana.

El cuestionario aplicado por el BID muestra que el 85% de los SIAF en ALC poseen algún tipo de centro de atención a los usuarios, mayormente por teléfono, que utiliza el modelo convencional de asignación de personal técnico de soporte y funciona en el horario de oficina. Las nuevas tecnologías ofrecen amplias oportunidades de mejoras en esta área.

Una de las experiencias más innovadoras es el *chatbot* o asistente conversacional virtual (ACV), un programa de computador que intenta simular un ser humano en conversaciones con personas utilizando técnicas de inteligencia artificial. El objetivo es responder preguntas de forma tal que las personas tengan la impresión de estar conversando con una persona real.²⁵ Las preguntas se realizan de forma escrita u oral y el programa accede a una base de conocimientos con algoritmos de inteligencia artificial, como aprendizaje de máquinas, prepara una respuesta y la transmite al usuario. Versiones más avanzadas pueden “aprender” con la operación o intervención puntual de un operador real y de esta manera amplían sus bases de conocimiento.

Los gobiernos ya utilizan estas tecnologías en distintas áreas para mejorar la atención a los ciudadanos. En el estado de São Paulo en Brasil, una central de atención basada en *chatbot* atiende a los ciudadanos interesados en los servicios provistos por el gobierno estatal en sus agencias denominadas Poupatempo²⁶ (“ahorra tiempo”). Al usar el *chatbot*, el sistema identifica el servicio o la información requerida por el ciudadano y, en caso de que la solicitud requiera atención presencial, agenda la visita del ciudadano en una unidad de servicio para una fecha y hora acordada. En los casos en que el sistema no conoce la respuesta adecuada al usuario, un operador real se conecta a la línea y contesta al usuario, entonces el sistema “aprende” y la próxima vez responderá sin apoyo externo (*machine learning*). En los primeros 33 días de implantación del proyecto, el asistente virtual atendió un promedio de 5.300 usuarios al día e intercambió con ellos más de 2,4 millones de mensajes.

²⁵ Para una descripción completa, véase: https://es.wikipedia.org/wiki/Bot_conversacional.

²⁶ Más información disponible en: <https://www.poupatempo.sp.gov.br/wps/portal/poupatempo/home/>.

En Australia la administración tributaria desarrolló el asistente virtual Alex²⁷ para la atención de los contribuyentes. En los primeros 18 meses Alex tuvo más de dos millones de interacciones (conversaciones) y hasta septiembre de 2017 una tasa de resolución al primer contacto del 88%. El gobierno de Singapur proporciona a sus agencias el asistente virtual Pregunte a Jamie (Ask Jamie),²⁸ que puede implementarse en los sitios web de las instituciones y está capacitado para responder preguntas en dominios específicos.

De acuerdo con Justin Herman, de la Administración de Servicios Generales de los Estados Unidos (GSA, por sus siglas en inglés), el gobierno dispone de muchos datos con gran potencial de uso, pero el problema es hacerlos accesibles y asimilables en nuevas formas. Los asistentes virtuales inteligentes son una alternativa para las agencias de gobierno, y las tecnologías necesarias están disponibles en el sector privado. Para eso la GSA trabaja en un programa piloto de asistente virtual²⁹ para las agencias estadounidenses.

El potencial de estas tecnologías para la atención especializada de los usuarios de los SIAF es muy grande, ya que puede resolver un cuello de botella usual en los sistemas tradicionales de atención a los usuarios: la necesidad creciente de personal especializado y la disponibilidad 24 horas al día los siete días de la semana. Adicionalmente, reduce costos.

Con el asistente virtual inteligente proveyendo estadísticas más finas y automatizadas, los administradores del SIAF podrán obtener subsidios para orientar los programas de capacitación, mejorar procesos y perfeccionar interfaces del sistema, mejorando su usabilidad.

Todo esto mejora la participación del usuario y permite un mayor foco en sus necesidades. Para aprovechar mejor estas informaciones, algunos países, como Chile, crearon comités de usuarios para promover su participación durante el diseño de nuevos SIAF, la modernización de algunas de sus partes, y su implementación y operación futura.

3.2. Impactos de las principales tecnologías de información emergentes sobre los SIAF

3.2.1. Uso creciente de la nube para datos y servicios de computación

El Instituto Nacional de Normas y Tecnología de los Estados Unidos (NIST, por sus siglas en inglés) define la computación en nube como “un modelo que permite acceso de red generalizado, conveniente y bajo demanda, a un grupo compartido de recursos informáticos

²⁷ Para conocer más, visítase: <https://www.nuance.com/omni-channel-customer-engagement/digital/virtual-assistant/nina.html>.

²⁸ Para conocer este asistente virtual, puede visitarse <https://www.iras.gov.sg/IRASHome/Property/Property-owners/?checkPTax=1> (versión tributaria).

²⁹ Puede leerse más el respecto en: <https://gcn.com/articles/2017/03/28/gsa-virtual-assistant.aspx>.

configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados, con un mínimo esfuerzo administrativo o de interacción con el proveedor de servicios”. Los principales modelos de provisión de servicios en nube son la infraestructura como servicio (IaaS, por sus siglas en inglés) que suministra una infraestructura computacional accesible y flexible gestionada por Internet; la plataforma como servicio (PaaS, por sus siglas en inglés), que además de la infraestructura computacional ofrece sistemas operativos, bases de datos y *software* de *middleware*; y el software como servicio o SaaS, cuando se ofrecen sistemas completos, tales como pagos de personal o sistemas administrativos del tipo de los sistemas de información empresarial (ERP, por las siglas en inglés de Entrepreneurial Resource Planning).³⁰

La tendencia a utilizar computación en nube es una realidad en el sector privado, y se estima que el 80% de las empresas emplean algún tipo de servicio en la nube. Entre las motivaciones para la adopción de computación en nube está la reducción de costos: el ahorro estimado podría alcanzar el 50% del presupuesto asignado a TI (Figliola y Fischer, 2015). Adicionalmente, reduce los costos de mantenimiento y de actualización de sistemas y tecnologías transferidas a la nube. Estos costos consumen el 70% del presupuesto de TI del gobierno de los Estados Unidos (2018), según la estimación de la Oficina de Gestión y Presupuesto del gobierno (OMB, por sus siglas en inglés). Como ejemplo, solamente con la adopción de soluciones colaborativas en la nube, las agencias del gobierno ahorraron desde US\$500.000 hasta US\$10 millones al año, dependiendo de su tamaño (OMB, 2018). En el mismo contexto en ALC, en promedio, el 60% del presupuesto de TI de los gobiernos está dedicado al mantenimiento de capacidades existentes, mientras que en los países de la OCDE este promedio es del 55% (OCDE y BID, 2016), lo que presenta una buena oportunidad para la reducción de costos de mantenimiento.

La computación en nube cambia el modelo económico financiero de los gastos en TI de un perfil de gastos de capital o CAPEX (*capital expenditure*) a un perfil de gastos operativos u OPEX (*operational expenditure*), por el cual una institución paga por datos almacenados, procesados y otros servicios y facilidades de escalabilidad, con facturación periódica de los contratos. Esta modalidad reduce la inversión y sube el gasto operativo corriente.

El uso de la nube en el sector público está todavía en una etapa inicial, principalmente en los países latinoamericanos, lo que difiere del sector privado que ya tiene este uso masificado. En el período 2011-2016 hubo un crecimiento del 26,4% en la facturación del servicio de nube para el sector público en AL, solamente superado por el crecimiento del 31,8%

³⁰ Para mayores detalles sobre los modelos de computación en nube, véase Erl, Mahmood y Puttini (2013).

en la región Asia-Pacífico.³¹ El cuestionario aplicado por el BID muestra que el 50% de los SIAF de los países participantes utiliza algún tipo de servicio en nube, aunque todavía no de forma masiva. Adicionalmente, los gobiernos de ALC vienen publicando políticas de adopción de servicios en nube o demostrando su interés en avanzar en su uso.³² En algunas administraciones públicas de ALC esta transformación podría considerarse riesgosa debido a los cortes presupuestales que eventualmente ocurren, por lo general, en los gastos operativos. En este contexto habría que minimizar este riesgo mediante la protección de estos contratos de uso de la nube, considerando estos como un ítem de seguridad para la institución (Seco, 2018).

Otro tema importante son los aspectos legales y las regulaciones existentes. Los centros de datos de los proveedores de servicios en nube están ubicados en áreas geográficas o países ventajosos para los proveedores. Aunque para las empresas privadas esta característica no sea muy relevante, para el sector público pueden existir restricciones legales o de accesibilidad y divulgación de datos en otros países. Un ejemplo sería el *Patriot Act* de los Estados Unidos, que puede permitir el acceso de autoridades locales a datos allí almacenados. Nubes y centros de datos locales son soluciones que se consideran para este problema. Proveedores como Amazon Web Services (AWS) de Amazon y Azure de Microsoft ya crearon centros de datos en São Paulo (Brasil) para facilitar contratos locales y regionales en ALC.

Un análisis importante para una eventual decisión de uso de la nube en el sector público es la clasificación de la información disponible en una institución pública: la información menos sensible o no confidencial es candidata para la inmediata migración a la nube, mientras se avanza en la evaluación del resto de la información y en la definición de medidas de seguridad y protección para las mismas (Zaballos y Rodríguez, 2018). De todas formas, se estima que la seguridad de la información mantenida en la nube debe ser igual o mayor que la lograda en plataformas operadas directamente por el sector público (*on premise*), pues las inversiones en seguridad realizadas por los proveedores de servicios en nube son de alta calidad para que grandes organizaciones puedan utilizarlos; además los clientes están protegidos por contratos legales.

En ALC algunos países, como Colombia, México, República Dominicana y Uruguay, tienen políticas gubernamentales para que las instituciones públicas utilicen servicios en nube (GEALC, 2016).

³¹ Información con base en datos del Gartner Group. Para más datos, visítese: <http://evaluandocloud.com/cloud-computing-en-america-latina/>

³² Para conocer más sobre este tema, véanse: <https://www.cepal.org/socinfo/noticias/paginas/3/44733/newsletter19.pdf> y <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=Z6hkABKDNfs%3D&tabid=1729>.

La Estrategia Digital Nacional del Gobierno de México³³ determina que se debe priorizar la computación en nube. El Servicio de Administración Tributaria (SAT), por ejemplo, implementó una “nube híbrida”. Se denomina así porque es un entorno de computación en nube³⁴ que utiliza una combinación de servicios de nube pública de terceros contratada y de nube privada (propia),³⁵ con ambas plataformas coordinadas. La nube híbrida³⁶ ofrece a las instituciones mayor flexibilidad y elasticidad, y más opciones de almacenamiento y uso de datos.

Asimismo, varios países desarrollados ya tienen políticas avanzadas en esta dirección, como los Estados Unidos que en 2010 publicó un documento estratégico denominado *25 Point Implementation Plan to Reform Federal Technology Management* (Kundra, 2010). Este documento orienta a las agencias del gobierno a buscar una política de “primero, nube” (*cloud first*), con base en la utilización de tecnologías en nube comerciales, o a lanzar nubes dedicadas al gobierno y utilizar nubes regionales con estados y gobiernos locales, cuando esto sea apropiado. En los Estados Unidos las empresas proveedoras de servicios en nube crearon nubes dedicadas al sector público, como Azure Government (Microsoft) y AWS GovCloud-US³⁷ (Amazon), que incluyen el almacenamiento de datos sensibles/clasificados.³⁸

El Reino Unido definió en 2013 una política de *cloud first* para sus iniciativas de TI. Debido a esta política, las instituciones gubernamentales deben considerar soluciones en nube antes de buscar otras alternativas. Adicionalmente, deben optar por el uso de nubes públicas contratadas, en lugar de modelos híbridos, privados o comunitarios. También promueve que las instituciones utilicen modelos SaaS. Existen guías para que las instituciones evalúen las mejores alternativas, tales como *Guidance. Public Sector Use of the Public Cloud*.³⁹ La decisión debe tomarse con un análisis de riesgos, en especial considerando los 14 principios del documento *Implementando los principios de seguridad en la nube*, del Centro Nacional de Seguridad Cibernética.⁴⁰

³³ Puede leerse más el respecto en: <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>.

³⁴ Para una definición completa, véase: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Computacion-en-la-nube>.

³⁵ Explicaciones detalladas sobre nube pública y nube privada están disponibles en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Nube-publica> y <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Nube-privada-nube-interna-o-nube-corporativa>.

³⁶ Para más información, visítase: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Nube-hibrida>.

³⁷ Servicio en nube orientado a las agencias gubernamentales de los Estados Unidos, con reglas establecidas por el International Traffic in Arms Regulations (ITAR).

³⁸ Para más información, visítase: <https://www.nextgov.com/it-modernization/2018/10/microsoft-host-governments-classified-data-early-next-year/151861/>.

³⁹ Puede leerse la guía en: <https://www.gov.uk/guidance/public-sector-use-of-the-public-cloud>.

⁴⁰ Más información disponible en: <https://www.ncsc.gov.uk/guidance/implementing-cloud-security-principles>.

Al examinar las políticas para el uso de nubes de algunos países de ALC, como Brasil (estado de São Paulo) y Colombia, se observa que el modelo de nubes híbridas es una tendencia inicial en ALC, en especial para los que ya tienen grandes centros de datos y desean todavía amortizar las inversiones ya realizadas en infraestructura. De esta manera, se lograría mantener servicios y datos críticos en una infraestructura interna propia, por lo menos durante un período de evaluación y conocimiento operativo de todo el ambiente en nube contratada. Asimismo, el despliegue de nubes híbridas presenta muchos desafíos a las instituciones que la adoptan, ya sea tecnológicos, organizacionales o culturales (Marks, 2018).

En la estrategia de computación en nube es importante considerar el cambio de perfil del personal asignado al área de TI. El nuevo equipo debe poseer personal capacitado en el establecimiento de contratos con negociación de niveles mínimos de servicios y su monitoreo. Además, el personal técnico debe poseer buena experiencia en las tecnologías utilizadas para realizar inspecciones sistemáticas en los proveedores. Eventualmente, debe considerarse la contratación de expertos externos para apoyar la gestión de contratos más complejos e inspecciones ampliadas.

En ALC la operación de los SIAF de los gobiernos centrales muchas veces se basa en centros de datos relativamente bien equipados, muchos de ellos con estándares de continuidad de servicios y de seguridad. Para estos casos, la computación en nube puede proporcionar una alternativa a la realización de nuevas inversiones para ampliaciones o modernizaciones de estos centros de datos propios. En estos casos se podría evaluar la factibilidad del uso de nube híbrida para estas ampliaciones y para los sistemas administrativos auxiliares (compras públicas, pago de salarios de los funcionarios, gestión de la deuda, etc.) y de los ambientes de respaldo y de pruebas y homologación.

Para los casos en que se planea la modernización o ampliación de un centro de datos propio del SIAF, conviene evaluar previamente las condiciones de disponibilidad, costos e impactos de adopción de una nube contratada para sustituir este proceso. Inicialmente, una evolución pragmática sería evitar demasiadas inversiones adicionales en *hardware* e instalaciones con la contratación, por ejemplo, del centro de datos de contingencia en la nube. Con el aprendizaje de los procesos de contratación, monitoreo y operación se podría disponer de conocimientos para evaluar un futuro traslado del centro de datos principal a la nube.

Los SIAF subnacionales en AL siguen mayormente una arquitectura centralizada pero presentan varias deficiencias operativas, principalmente a nivel municipal. En muchos sitios no hay un centro de datos clasificable, por lo menos, como TIER 2 o 3, pero sí una “sala de servidores” desprovista de condiciones básicas operativas y de recursos humanos adecuados

en cantidad y capacidad. La computación en nube puede ser una alternativa de mejora factible, dependiendo de las infraestructuras de comunicaciones. En algunos países, como Bolivia y Honduras, el nivel central desarrolla y mantiene un SIAF subnacional accesible vía Internet, que es operado directamente por los municipios.

Tanto para gobiernos centrales como subnacionales los estudios de factibilidad sobre la opción de contratar servicios de nube deben considerar la oferta, calidad y costo de estos servicios en cada país o región, ya que sin duda es una gran oportunidad para los SIAF en los próximos años.

3.2.2. Códigos abiertos, software libre y formas de compartir

Aunque parten de conceptos distintos, código abierto⁴¹ (*open source*) y *software* libre (*free software*) se refieren a programas informáticos desarrollados individualmente o por comunidades que ponen a disposición del público y sin costo sus proyectos, estructura, códigos fuentes y documentación. Estos sistemas se publican bajo licencias propias, que establecen reglas a ser cumplidas por quienes los utilizan. El tipo de licencia denominado GPL GNU es la base para la mayoría de los *softwares* libres. Por ejemplo, el tipo de licencia denominado GNU Affero⁴² determina que un *software* publicado bajo sus condiciones tiene las siguientes propiedades: (i) permisos de uso: utilización comercial, modificaciones, distribuciones, patentes, uso privado; (ii) limitaciones: no hay responsabilidades ni garantías del autor; y (iii) condiciones de uso: aviso sobre licencia y derechos autorales deben ser preservados, todos los fuentes cambiados o creados deben ser publicados bajo el mismo tipo de licencia (es decir, los productos resultantes). De esto resultan algunos aspectos importantes para el uso del *software*: su uso es libre pero el autor no puede ser responsabilizado ni tampoco garantizar la inexistencia de errores, y los productos resultantes del uso del *software* original también deben seguir el mismo tipo de licenciamiento. De esta forma, la utilización del *software* libre/código abierto presupone evaluar su uso en otras instituciones y la revisión minuciosa de la documentación y códigos publicados.

Uno de los *softwares* libres más conocidos es el Linux, el sistema operativo utilizado en muchos equipos servidores y usado por grandes empresas con versiones propias (por ejemplo, Oracle). En el área de *software* de productividad personal, que es utilizado en microcomputadores, existen varios paquetes de *software* libre, como el OpenOffice,

⁴¹ Para una descripción más detallada, visítese: https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_abierto.

⁴² Para más información, visítese: <https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.en.html>.

desarrollado por el proyecto Apache y el OpenProj, que tienen propósitos similares al MS Office y MS Project, respectivamente.

Con posibilidad de aplicación también en el área fiscal está el ambiente de *software* libre para *data analytics* denominado R (R Studio).⁴³ El ambiente provee un conjunto extensible de técnicas estadísticas (modelado lineal y no lineal, pruebas estadísticas clásicas, análisis de series de tiempo, clasificación, agrupamiento, etc.) y gráficas. Varios países de la OCDE utilizan R en su área fiscal y una encuesta realizada entre esos países reveló que las motivaciones primarias para su uso son, además de los costos más bajos, la flexibilidad y la integración de nuevos algoritmos, su mayor velocidad frente a los paquetes comerciales.

Existe un gran potencial en el uso de este tipo de soluciones de *software* en sistemas de información fiscales subnacionales, incluyendo los SIAF, principalmente en un mismo país: el soporte legal y normativo para el entorno fiscal se determina a nivel central, y los municipios construyen sus sistemas de información alrededor del mismo, con pocas diferencias específicas. Un sistema de gestión fiscal desarrollado con las premisas de *software* libre/código abierto puede compartirse entre municipios, y con algunos pocos cambios puede adaptarse a las condiciones específicas de otro municipio, a la vez que se reutilizan conceptos, procesos y estructuras comunes de bases de datos. En esta estrategia no se requiere utilizar todo un sistema: el compartir se puede dar por módulos, rutinas, algoritmos o procesos, de acuerdo con las necesidades locales. El costo de adaptación es marginal, por lo que se facilita especialmente a los municipios de pequeño porte el uso de sistemas de información fiscal adecuados y con costo accesible.

Adicionalmente a los códigos abiertos disponibles en la nube, existen otros casos donde se comparten códigos y sistemas que fueron desarrollados para un gobierno específico. Por ejemplo, en Brasil sus 26 estados y el Distrito Federal vienen compartiendo entre ellos SIAF completos bajo licencias arregladas entre sí. El estado de Alagoas implantó un nuevo SIAF en 2017 a partir de la donación del SIAF del estado de Rio de Janeiro (que fue financiado por el BID). La empresa Logus había desarrollado e implantado un nuevo SIAF para Rio de Janeiro a partir de uno que tenía en operación en el estado de Espirito Santo; y se le entregó a Rio de Janeiro los códigos fuente (una obligación legal en el estado). Posteriormente, la misma empresa aceptó implantar en Alagoas el SIAF donado por Rio de Janeiro.

Esto ocurrió también con el SIAF del estado de Mato Grosso (desarrollo propio) que fue donado al estado de Bahía, que lo adaptó e implantó. Hay otros casos similares en Brasil y todos estos sistemas están en operación con una historia muy exitosa. Un impacto de estos

⁴³ Para conocer más, véase: <https://www.rstudio.com/>.

movimientos fue una reducción significativa de los costos de nuevos SIAF para los 26 estados y el Distrito Federal. Actualmente, el costo de un nuevo SIAF en Brasil es mucho menor en comparación con otros países de la región, debido a estos movimientos de donaciones de códigos y de un mercado grande de empresas proveedoras de este tipo de sistema.⁴⁴

Entre los países de AL este movimiento ocurre con menor intensidad, principalmente debido a las especificidades de cada país, tanto legales como de procesos de GFP. Sin embargo, existe el caso de Ecuador que recibió una donación de los códigos del SIAF de Guatemala en 2008, que fue adaptado e implantado exitosamente en el país y usado durante muchos años (actualmente Ecuador se está moviendo a un nuevo sistema adquirido en el mercado con el pago de licencias).

Para una mejor diseminación de la información sobre la disponibilidad de recursos de código abierto o de *software* libre adecuados para determinadas áreas, sería necesario un repositorio especializado de acceso libre. En este sentido, el BID creó una iniciativa denominada Código para el desarrollo, que permite explorar y reutilizar herramientas digitales de código abierto, que pueden ser utilizadas en la implementación de programas y proyectos para el desarrollo económico y social de los países de ALC. Esta iniciativa contiene los códigos abiertos, hojas de cálculo y algoritmos ya disponibles en el portal Código para el desarrollo: Herramientas digitales para mejorar vidas.⁴⁵ Además, el portal instruye las reglas y condiciones para quienes quieran hacer disponibles sus herramientas digitales en la plataforma.

Utilizar *software* en código abierto o *software* libre es una alternativa factible para instituciones públicas. Asimismo, es importante disponer de recursos para validar, adaptar y poner en marcha sistemas o rutinas, o contratar una versión empaquetada por alguna empresa.

El intercambio de soluciones de código abierto o *software* libre entre instituciones de nivel subnacional de un país se presenta como una alternativa muy atractiva en esta situación. Este intercambio se puede dar formalmente por medio de convenios u otros medios. La probabilidad de éxito es grande, dado el contexto similar de actuación legal y normativa en un país. Además, a partir de la entrega del *software* y su documentación, la institución receptora se vuelve la única responsable por las adaptaciones y el posterior mantenimiento y evolución. Es importante determinar cómo serían realizadas estas actividades: si con recursos humanos propios o mediante la contratación de una empresa.

⁴⁴ Desde la adquisición, parametrización y operación del nuevo SIAF de Rio de Janeiro en la primera mitad de la década de 2010 por un costo de US\$10 millones, los precios siguen bajando significativamente. Alagoas implantó una versión del SIAF de Rio de Janeiro con solamente US\$1 millón. El estado de São Paulo empezó en 2018 un proyecto de sustitución de su SIAF por un nuevo con un costo inicial estimado de aproximadamente US\$5 millones. Nuevos SIAF en otros estados tuvieron costos todavía menores.

⁴⁵ Más información disponible en el portal: <http://code.iadb.org/es/comparte-tu-codigo>.

3.2.3. Tecnologías de registro distribuido (*distributed ledger technology, blockchain*)

Blockchain es una lista creciente de registros transaccionales irrevocables, firmados criptográficamente, compartidos por todos los participantes en una red virtual. Cada registro contiene un sello de tiempo y enlaces de referencias a transacciones anteriores. Con esta información, cualquier persona con derechos de acceso puede rastrear un evento transaccional perteneciente a cualquier participante, en cualquier punto de su historial. *Blockchain* es un diseño de arquitectura informática del concepto más amplio de libros-mayores distribuidos (*distributed ledgers*) (Gartner, 2018a). *Blockchain* es conocido por ser la tecnología de soporte para criptomonedas, en especial Bitcoin. Como partes integrantes del *blockchain*, los mecanismos de consenso descentralizados (algoritmos que establecen la transacción a ser grabada en el *blockchain*) y los contratos inteligentes (protocolos de computador autoejecutables con reglas y consecuencias estrictas, de modo similar a un instrumento jurídico) potencian la aplicabilidad de esta tecnología (Tapscott y Tapscott, 2016).⁴⁶

Ubicada en la escala de tecnologías emergentes para gobierno digital del Gartner Group de 2018 en la categoría “pico de las expectativas exageradas”, existe la perspectiva de que todavía requiera de cinco a 10 años para alcanzar el nivel de productividad (Gartner, 2018b). Siempre que una tecnología disruptiva aparece y la incertidumbre sobre sus casos de uso es alta, es común sobrevalorar sus beneficios e ignorar el hecho de que los cambios tecnológicos toman tiempo y requieren la adaptación de todo un ecosistema.⁴⁷

Sin embargo, se pueden identificar aplicaciones potenciales de *blockchain* en algunos casos de la administración del gasto público, incluyendo experiencias iniciales. Las dos aplicaciones de *blockchain* descritas a continuación fueron compiladas a partir de Seco y Muñoz (2018).

En el área de gestión de recursos humanos la construcción del catastro y la nómina salarial de los funcionarios con la tecnología *blockchain* aseguraría un historial secuencial e inmutable de todos los eventos de la vida funcional. Ainsworth y Viitasaari (2017) consideran que las nóminas poseen características importantes para la aplicación de *blockchain*: están digitalizadas e interactúan con distintos organismos (tales como seguridad social, administración tributaria, órganos de control de la legislación del trabajo, sindicatos, etc.) que tienen acceso a determinadas partes de información y pueden realizar auditorías de

⁴⁶ Para conocer más acerca de *blockchain*, visítese: https://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_bloques.

⁴⁷ Para más información, véase la entrevista del Profesor del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) Christian Catalini, disponible en: <http://sloanreview.mit.edu/article/seeing-beyond-the-blockchain-hype/>.

conformidad. En este contexto estiman que entre 2018 y 2021 probablemente aparecerán las primeras aplicaciones de nóminas con tecnología *blockchain*.

La aplicación de *blockchain* en las compras públicas puede potenciarse con el uso de otras tecnologías digitales. Como ejemplo puede mencionarse el sistema FAST Lane,⁴⁸ desarrollado como prueba de concepto por el Servicio de Adquisición Federal de la Administración de Servicios Generales de Estados Unidos (GSA/FAS, por sus siglas en inglés). Con el sistema, por el momento dirigido a determinadas compras de materiales y servicios de TI, se ha reducido alrededor del 90% del tiempo total del proceso y todas las etapas fueron automatizadas, con excepción de la negociación final (entre los abogados de las partes) y la firma de los contratos. Se utiliza un *blockchain* privado basado en la plataforma *hyperledger*⁴⁹ para almacenar los documentos más importantes, mensajes entre los participantes y contratos. De esta manera se garantiza la seguridad, inmutabilidad, transparencia y el encadenamiento temporal de la información; el mecanismo de consenso está basado en el algoritmo de “prueba de participación”.⁵⁰ El *blockchain* reside en un grupo de nodos (servidores) certificados.

Otras operaciones relacionadas con la GFP podrían en el futuro mejorarse con *blockchain* como sustituto de las tecnologías tradicionales. El Banco Central de Brasil y otras instituciones de regulación del sistema financiero nacional utilizan una plataforma basada en *blockchain*⁵¹ para el intercambio de informaciones operativas en tiempo real y de control del sistema. Anteriormente se utilizaban mensajes de correo electrónico, FAX y otros medios que requerían validaciones, chequeos de autenticidad y acarreaban dificultades para archivar y demoras en las consultas. Con las características de inmutabilidad de datos, de cronología y del uso de firmas electrónicas de *blockchain*, la incidencia de errores es menor, las adulteraciones son prácticamente imposibles y las búsquedas más efectivas: cada institución tiene acceso a todas las interacciones donde estén involucradas y los trámites se resuelven en menos tiempo. Este es un tipo de aplicación de *blockchain* para compartir información entre entidades públicas.

⁴⁸ Más información disponible en: <https://gcn.com/Articles/2017/09/21/GSA-looks-to-blockchain-for-procurement.aspx?m=1>.

⁴⁹ *Hyperledger* es una plataforma en código abierto para *blockchain*, iniciada en 2015 por la Fundación Linux, para apoyar a los *ledgers* distribuidos basados en *blockchain*. Más información sobre la Fundación Linux disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Fundaci%C3%B3n_Linux.

⁵⁰ En inglés, *proof of stake*. En este algoritmo la probabilidad de vencer a la competencia para grabar un bloque de transacciones es directamente proporcional a la cantidad de “valores” que uno posee. El significado de los “valores” es dado por la definición de un determinado sistema, y puede ser una moneda, acciones, etcétera.

⁵¹ Más información disponible en: <https://www.bcb.gov.br/en/#!/c/noticias/249>.

A su vez, el Banco Mundial acordó con el Commonwealth Bank of Australia (CBA)⁵² el lanzamiento del primer bono mundial de deuda a ser creado y gestionado durante todo su ciclo de vida por medio de la tecnología *blockchain*. El Banco Mundial y el CBA lanzaron el bono a fines de 2018 después de un período de consultas con grandes inversores. Se considera que *blockchain* tiene el potencial para agilizar el proceso en mercados de deuda, intermediarios y agentes, además de simplificar la obtención de capital y la negociación de valores, mejorando la eficiencia operativa y la supervisión regulatoria.

Los SIAF nacionales en operación en ALC van mucho más allá de solamente compartir información, fueron implementados alrededor de la CUT y la automatización de la contabilidad, como un sistema centralizado y accesible por parte de las entidades participantes por medio de redes de comunicaciones. Durante los últimos años, los avances tecnológicos en equipos servidores, redes de comunicaciones e infraestructura física de los centros de datos conllevaron a una mejora sensible de la seguridad, disponibilidad, confiabilidad y efectividad de estos sistemas, que algunas veces se clasifican con referencia al estándar TIER. En este contexto, la arquitectura centralizada de los SIAF, la CUT y la calidad de la infraestructura de los centros de datos y redes que los soportan, llevan a una situación en que las inversiones para transformaciones radicales como *blockchain* sean menos atractivas en el corto y mediano plazo.

Todavía no fueron identificados casos de SIAF en una plataforma tipo *blockchain*; sin embargo, las ventajas de la computación en nube podrían proveer oportunidades intermedias de distribución al nivel de subsistemas, con los denominados sistemas administrativos auxiliares (por ejemplo, recursos humanos y pagos de personal o compras públicas), principalmente aquellos operados a partir de la nube aunque integrados al núcleo central del SIAF.

Por otro lado, la aplicación de los mecanismos de consenso y contratos inteligentes en la ejecución presupuestal y contabilización podrían proveer mayor confiabilidad y asertividad a las reglas establecidas. Reglas de consenso y contratos inteligentes también se almacenan en *blockchain* y comparten la imposibilidad tecnológica de adulteraciones y *backdoors* inadvertidos o fraudulentos. En este contexto la factibilidad operativa y económica de una nueva generación de SIAF con registros distribuidos, basado en tecnología tipo *blockchain*, es un tema abierto, que carece todavía de evaluaciones teóricas y comprobaciones por pruebas de concepto y pilotos.

⁵² Puede leerse más al respecto en: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/08/09/world-bank-mandates-commonwealth-bank-of-australia-for-worlds-first-blockchain-bond>.

A nivel subnacional hay mayores oportunidades de uso de las tecnologías tipo *blockchain* en el mediano plazo. Las soluciones basadas en nube no resuelven todos los problemas, como sucede con la consolidación oportuna de la información de ejecución presupuestal provincial y municipal para todo el sector público. Un SIAF subnacional basado en *blockchain* podría impulsar una mejora en este tema. Organismos de control y otras instituciones interesadas tendrían acceso en tiempo real a las informaciones y, con base en mecanismos de consenso adecuados, podrían incluso interactuar en la ejecución presupuestal. Nuevamente, la factibilidad carece de evaluaciones teóricas y comprobaciones por pruebas de concepto; sin embargo, a nivel subnacional pareciera tener mayor probabilidad de que sea factible en el mediano plazo.

Finalmente, la sustitución de los sistemas existentes por *blockchain* solamente va a ocurrir cuando se pueda comprobar el valor agregado de este cambio en comparación con la tecnología actual. En principio, en la GFP se identifican buenas oportunidades de uso para compartir información entre entidades públicas, para algunos sistemas administrativos auxiliares, como compras públicas y gestión de recursos humanos, y para SIAF a nivel subnacional. Esto no significa que en el futuro no vaya a existir un SIAF nacional en *blockchain* sino que esto no parece ser una tendencia en el mediano plazo.

3.2.4. Pagos electrónicos y los SIAF

En la metodología de evaluación de los SIAF, propuesta en Hashim y Piatti (2016), una de las cinco categorías⁵³ de evaluación es la “cobertura del SIAF”, que se refiere a la medición de cuántas de las transacciones del gobierno se tratan mediante procesos de ejecución presupuestaria del SIAF. En esta evaluación, la categoría “cobertura del SIAF” pierde puntos si algunas clases de transacciones financieras se realizan por fuera del sistema, como por ejemplo el servicio de la deuda pública, transferencias fiscales y subsidios a las empresas estatales.

Además de la cobertura, la digitalización de los pagos⁵⁴ ejecutados por el SIAF debe ser un objetivo importante. Con esta digitalización se logra mejorar la transparencia, la rendición de cuentas (*accountability*) y la reducción de costos, además de promover la inclusión financiera.

En ALC los SIAF de los gobiernos centrales usan el sistema de transferencias bancarias como una regla de aplicación general. Los pagos gubernamentales se dirigen a la cuenta

⁵³ Las categorías de evaluación establecidas son: (i) cobertura de la CUT (10%), (ii) cobertura del SIAF (25%), (iii) facilidades auxiliares (15%), (iv) funcionalidades del núcleo del sistema (40%) y (v) aspectos técnicos (10%).

⁵⁴ La digitalización de pagos se aplica a pagos del gobierno a personas (G2P, por sus siglas en inglés), del gobierno a empresas (G2B, por sus siglas en inglés) y viceversa (P2G y B2G, por sus siglas en inglés).

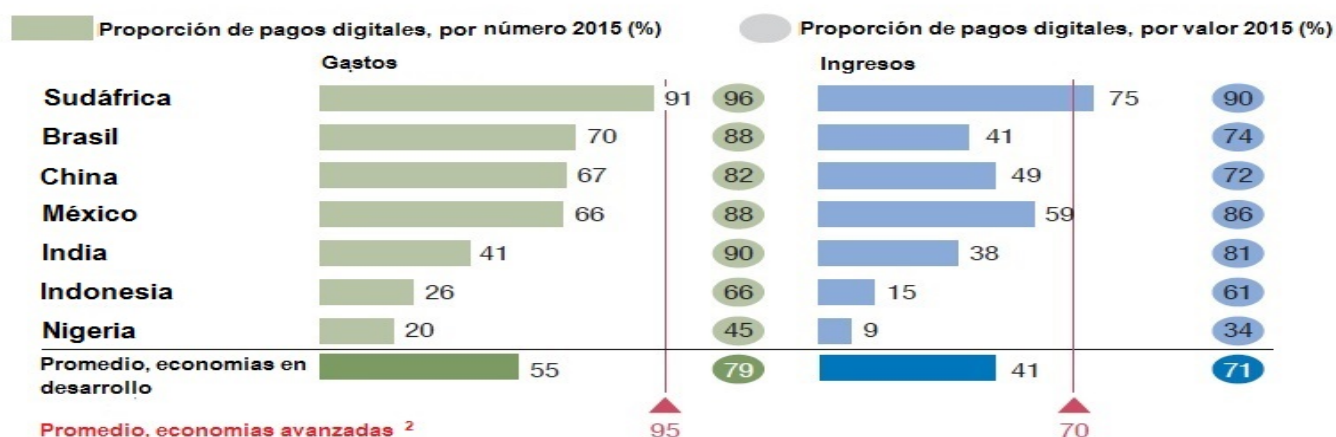
bancaria de cada beneficiario, sea persona física o jurídica, por medio de acuerdos realizados con el sector bancario. Complementariamente, muchos de los SIAF subnacionales (provinciales y en especial los municipales) no cuentan con el mismo nivel de cobertura de los pagos electrónicos existentes en los sistemas nacionales, lo que reduce la amplitud al nivel de país.

Lund, White y Lamb (2017) calculan que la digitalización de pagos gubernamentales puede ahorrar entre el 0,8% y el 1,1% del producto interno bruto (PIB) en países en desarrollo, lo que equivale al 1,5% de todos los pagos del gobierno y es mayor que los apoyos oficiales para el desarrollo de las economías de mercado emergentes durante 2015. Si se consideran transferencias, subsidios, pagos a funcionarios y pensiones, los pagos a personas físicas representan un 12% del PIB en países en desarrollo (Cangiano, Gelb y Goodwin-Groen, 2017: 279).

La digitalización de pagos, asociada a otras tecnologías de identificación segura de funcionarios y ciudadanos (por ejemplo, la identificación biométrica), puede potenciar los resultados, en especial la focalización de los pagos de subsidios sociales. Por ejemplo, India y Sudáfrica complementaron acciones destinadas a la ampliación del pago electrónico de beneficios con la introducción de un sistema de identificación biométrica universal (FMI, 2018).

Si se consideran los desafíos regionales, aun con todos los esfuerzos, la necesidad de alguna transferencia en efectivo existirá. Como ejemplo se puede mencionar que del 5% al 6% de la ayuda humanitaria entregada por el Reino Unido se realiza en efectivo (Sturge, 2017). En el gráfico 3.2 se puede observar la brecha que los países en desarrollo pueden aprovechar para acercarse a los índices de los países de economía avanzada.

Gráfico 3.2. Proporción de pagos electrónicos del sector público en países seleccionados¹



Fuentes: McKinsey Global Institute Analysis y McKinsey Payment Map 2015 (citados en Gupta et al., 2017).

Notas:¹ Total excluyendo pagos en efectivo, cheques y transacciones en papel, por número (cantidad).

² Basado en datos de 20 economías avanzadas. Peso promedio. Incluye todos los niveles de gobierno.

Cuando varias instituciones gubernamentales están procesando pagos y recibiendo ingresos, el riesgo de desarrollo de “silos” —diferentes sistemas e infraestructuras de TI que se vuelven obstáculos para la reconciliación total de las relaciones entre el gobierno y los ciudadanos— muchas veces podría ser evitado (Cangiano, Gelb y Goodwin-Groen, 2017: 286).

Los datos muestran la necesidad de mejorar los niveles de pagos electrónicos, en especial en los SIAF subnacionales, para lograr parte de los ahorros potenciales mencionados por Lund, White y Lamb (2017: 305) y reducir la brecha existente.

Los SIAF en ALC realizan pagos electrónicos principalmente con la utilización del sistema bancario mediante depósitos en las cuentas de los titulares. Sin embargo, la bancarización de la población todavía es incompleta en ALC. Las tasas de bancarización en algunos países de ALC como Brasil, Chile y Panamá están entre el 71% y el 78%; en Argentina, Colombia, Ecuador, México, República Dominicana, Uruguay y Venezuela se ubican entre el 64% y el 71%. Las tasas más bajas de bancarización están en Haití, Honduras, Nicaragua y Perú (Zaballos y Rodríguez, 2017). Una mayor universalización del acceso de los ciudadanos al sistema bancario puede mejorar también los pagos electrónicos con los SIAF. Sin embargo, mientras la bancarización es incompleta una alternativa es el uso del “dinero móvil”.⁵⁵

La organización GSMA⁵⁶ considera dinero móvil aquellos sistemas que cumplen con los siguientes criterios: (i) el servicio debe ofrecer al menos una de las siguientes alternativas: transferencia *peer to peer* (P2P), pago de cuentas, desembolsos agrupados, pago a comerciantes o remesas internacionales; (ii) el servicio debe confiar plenamente en una red de puntos de transacción por fuera de las sucursales bancarias, que hacen que el servicio sea accesible para los bancarizados y los no bancarizados (no están incluidos los servicios bancarios móviles ni los servicios de pago vinculados a una cuenta bancaria corriente o tarjeta de crédito); y (iii) el servicio debe ofrecer una interfaz para iniciar transacciones para agentes y/o clientes que esté disponible en dispositivos móviles básicos.

⁵⁵ El dinero móvil es un servicio que personas no bancarizadas pueden usar para realizar y recibir pagos con un teléfono móvil.

⁵⁶ GSMA es una asociación que congrega los intereses de operadores mundiales de telefonía móvil. Para más información, visítase: www.gsma.com.

La alta penetración de los servicios de telefonía móvil asociada a los servicios de dinero móvil puede representar un factor importante para la reducción de la brecha de pagos electrónicos en ALC, ampliando la inclusión financiera y las oportunidades para el área fiscal, facilitando la recolección de tributos de pequeños contribuyentes y focalizando el pago de los subsidios sociales. Existen 37 servicios de dinero móvil en ALC, con 14 millones de cuentas registradas (Almazán y Frydrych, 2015).

En Isla Mauricio⁵⁷ la introducción de facilidades de pago por dinero móvil incrementó en un 12% la recaudación de tributos en el año siguiente a su implantación. En Tanzania ciudadanos que no tenían historial de pagos de tributos pasaron a pagar el impuesto predial y de rentas por primera vez. En Brasil el aplicativo Tesouro Direto⁵⁸ permite la adquisición y venta de títulos del gobierno.

La integración de este modelo de pagos a los SIAF es técnicamente simple y podría, por ejemplo, agregar inicialmente el pago directo de beneficios sociales a no bancarizados que reciben los valores por intermediarios o en grupos.

Más allá del uso de los teléfonos móviles para incrementar los pagos electrónicos, una nueva posibilidad a estudiar es el uso de criptomonedas.⁵⁹ El pago de impuestos con criptomonedas todavía no se estima para el corto y mediano plazo. El motivo es que las criptomonedas como *Bitcoin* tienen cotizaciones muy variables y muchos las consideran un activo y no una moneda. Adicionalmente, hay una disputa sobre la legalidad de estas monedas y tampoco existen al momento criptomonedas *fiat* (emitidas por un Banco Central y de uso corriente) que eventualmente podrían ser utilizadas. Estos hechos dificultan también que pagos realizados por el Estado puedan hacerse en criptomonedas.

Actualmente, el pago de transferencias condicionadas de renta se realiza en general con tarjetas del sistema bancario o en efectivo. El uso de criptomonedas para estos pagos podría traer el beneficio adicional de un mayor control sobre estos recursos que son usados por cada beneficiario, además de posibilitar que el sector público pueda experimentar esta nueva tecnología emergente como una forma de entender mejor su potencial.

En conclusión, los pagos del sector público y la recaudación de tributos por medios electrónicos han evolucionado mucho en ALC, en especial en los gobiernos centrales. Sin embargo, todavía hay oportunidades para mejoras —principalmente en gobiernos

⁵⁷ Para más información, visítase: <https://www.theigc.org/reader/regulating-mobile-money-support-scale/government-usage-mobile-payments-services-offers-significant-benefits/>.

⁵⁸ Puede conocer más al respecto en: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/-/tesouro-direto-lanca-aplicativo-para-ios>.

⁵⁹ Criptomoneda es un medio de intercambio que emplea criptografía para asegurar transacciones y para controlar la creación de nuevas unidades de la misma moneda, con el uso de *tokens* y totalmente virtual.

subnacionales y en relación con una mayor inserción de personas físicas de bajos ingresos—, con la consecuente reducción de pagos con cheques y en efectivo (por lo general, de subsidios sociales) y la individualización de estos pagos, lo que puede promover el acercamiento a los índices presentados por las economías avanzadas. También si se considera que en ALC todavía existe una alta tasa de ciudadanos no bancarizados y hay una enorme penetración del uso de teléfonos móviles, se pueden aprovechar las experiencias de utilización del modelo de dinero móvil, como en los casos de India, Kenia y otros países.

3.2.5. Aplicaciones de data analytics y SIAF

Los avances tecnológicos posibilitaron un cambio radical para el desarrollo de herramientas de análisis de datos y el estudio de esta información. Entre ellos se incluyen la enorme ampliación de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de las computadoras, junto con la reducción de sus costos; la disponibilidad ampliada de redes de comunicación y de Internet de banda ancha; la computación en nube; el desarrollo de algoritmos eficaces para captura, almacenamiento y tratamiento masivo de datos; la mejora y disponibilidad de fuentes de datos gubernamentales y privados; y el surgimiento de nuevas fuentes de datos (sensores, GPS, redes sociales, etc.). La disponibilidad mundial de datos en formato digital creció exponencialmente: en 2018 se estima de 30 zetabytes⁶⁰ y para 2025 de alrededor de 163 zetabytes.⁶¹

En este contexto prospera el concepto de *data analytics* o analítica avanzada, que se define como el examen autónomo o semiautónomo de datos o contenido utilizando técnicas y herramientas sofisticadas, que generalmente van más allá que las de la inteligencia empresarial tradicional (*business intelligence* [BI]), para descubrir relaciones escondidas entre los datos, anticipar tendencias u optimizar la toma de decisiones. Las técnicas analíticas avanzadas incluyen la minería de datos o de texto, aprendizaje automático, coincidencia de patrones y estándares, previsión, visualización, análisis semántico, análisis de red y clúster, estadísticas multivariantes, análisis de gráficos, simulación, procesamiento de eventos complejos, redes neuronales, entre otras.⁶²

⁶⁰ 1 zetabyte = 10^{21} bytes o 10^{12} gigabytes

⁶¹ Datos obtenidos de Forbes on-line, disponible en: <https://www.forbes.com/sites/andrewcave/2017/04/13/what-will-we-do-when-the-worlds-data-hits-163-zettabytes-in-2025/#4b077acb349a>.

⁶² Información obtenida de Gartner IT Glossary, disponible en: <https://www.gartner.com/it-glossary/advanced-analytics/>.

Mediante la combinación de datos propios con datos de terceros, las administraciones fiscales identificaron un gran potencial para la aplicación de estas técnicas en la gestión de tributos, la inteligencia fiscal y el gasto público.

En Brasil, el estado de Amazonas realiza un análisis avanzado de datos en su sistema de compras públicas.⁶³ Se aprovecha de los elementos provistos por el Sistema Público de Escrituración Digital Fiscal (SPED), que incluye la factura electrónica del IVA, para crear una base de datos con informaciones tales como stocks de materiales, balances contables, rastreo del transporte y precios de transacciones de ventas, todas ellas extremadamente valiosas para el planeamiento de las adquisiciones públicas. Con la disponibilidad de tales informaciones en una base de datos, se ha automatizado la búsqueda de precios por minería de datos y monitoreo electrónico de precios en el mercado para comparar con los precios pagados en el sector público. Las búsquedas de mejores resultados son evaluadas y las mejores se informan al sistema, que va “aprendiendo” a optimizar su desempeño y no permite la adquisición pública con precios muy por encima de los de mercado.

La enorme cantidad de datos disponibles en las bases de datos de los SIAF, complementados por datos de la administración tributaria y otras instituciones (institutos nacionales de estadísticas, Bancos Centrales, etc.), puede tratarse por las técnicas aquí mencionadas, que superan las capacidades de los sistemas de bases de datos tradicionales. La aplicación más importante se refiere al apoyo a la toma de decisiones por parte de los responsables de las finanzas públicas, ya que se pasa de un proceso fundamentado en *insights* intuitivos a emplear un enfoque apoyado por aplicativos de *data analytics*.

Algunas cuestiones y temas pueden resolverse mejor con la aplicación de *data analytics*, tales como (Seco y Muñoz, 2018): (i) identificar las tendencias de gastos por sector de servicios o productos (global o por institución/sector); (ii) saber en qué tipos de bienes o servicios se gasta más; (iii) reconocer cómo se puede efectuar un mejor control en las “cuentas por pagar” y detectar pagos inapropiados; (iv) identificar con qué precios y condiciones los mismos ítems están siendo adquiridos por distintas instituciones, en términos regionales o nacionales; (v) saber cuáles son los principales proveedores de bienes y servicios y cuánto gasta cada institución en cada uno; (vi) conocer cuál es el proveedor de menor costo y con la calificación más alta; (vii) identificar qué proyectos tuvieron mejor ejecución financiera en el año o años anteriores; (viii) reconocer dónde el gasto al ritmo actual superará el presupuesto y por qué; y (ix) apoyar la preparación del presupuesto con base en el análisis de los costos y de la contribución real de los programas a los objetivos propuestos (no se basaría solamente en la

⁶³ Más información disponible en: <https://www.e-compras.am.gov.br/publico/>.

ejecución del año anterior con la adición de un factor de crecimiento). Algunos de estos temas dependen del análisis de datos de otros sistemas auxiliares interoperados con el SIAF, como el de las compras públicas.

El Departamento General de Contabilidad (AGD, por sus siglas en inglés) de Singapur desarrolló una plataforma de *data analytics* denominada Fi@Gov⁶⁴ para apoyar la toma de decisiones en el área de finanzas públicas. Esta plataforma proporciona *dashboards* dinámicos que pueden indicar tendencias históricas de gastos y contestar gráficamente preguntas como: ¿en qué se gasta?, ¿quién gasta y cuánto?, ¿cuál la tendencia de los pagos para los próximos meses/años?

En la política macroeconómica las estadísticas fiscales se obtienen generalmente de reportes oficiales y balances del sector público, casi siempre publicados con atrasos significativos. Sin embargo, los gobiernos de muchos países están invirtiendo en la digitalización de la recepción de tributos y de los pagos gubernamentales, que son contabilizados automáticamente, en la mejora de sus acuerdos e interfaces con los bancos y en la construcción de una base tecnológica que posibilita que sistemas de información como el SIAF amplíen la automatización de la gestión de las finanzas públicas.

En estos casos los datos fiscales pueden estar disponibles en tiempo real (*nowcashing*) y ser de utilidad para mejorar la supervisión macroeconómica. En esta línea una de las aplicaciones para estos datos obtenidos en tiempo real es mejorar la previsión de la actividad económica. Por ejemplo, tendencias en las variaciones diarias de los impuestos pueden reflejar en tiempo real una gran cantidad de desarrollos macroeconómicos. Una evaluación realizada en los Estados Unidos con datos de los impuestos sobre la nómina de sueldos (60 y 180 días acumulativos) son coherentes con datos de la variación de la producción industrial generados en tiempo real.⁶⁵ Los especialistas creen que en el futuro tal enfoque puede ser disruptivo para el modo de realizar las operaciones de supervisión macroeconómicas, al considerar que el uso de grandes cantidades de datos obtenidos en tiempo real requiere procesos automatizados para la actualización de los análisis macroeconómicos (FMI, 2018).

Es igualmente importante la selección de herramientas apropiadas de analítica avanzada. En el mercado existen varias disponibles, tales como SAS, BAE, IBM (varios), Oracle Data Miner y Stata. De acuerdo con la OCDE, a partir de una encuesta aplicada en 15 países miembros, la mayoría de los gobiernos utilizan múltiples herramientas, entre las que predominan las de mercado (OCDE, 2016: 49). También existen *softwares* libres, como R

⁶⁴ Puede verse un video acerca de esta plataforma en: <https://info-motiongraphics.com/figov-launch-video/>

⁶⁵ Para más detalles técnicos y condicionantes de esta evaluación, véase en FMI (2018: 73).

Studio. La Administración Tributaria de Nueva Zelandia es un caso especial al emplear R como fundamento de su estrategia de analítica avanzada. Para ello estableció alianzas externas con la academia y organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros, para la mejora de sus modelos lo que le reportó resultados exitosos.

Las herramientas de *data analytics* pueden disponer de otras herramientas gráficas importantes, como los *dashboards*⁶⁶ dinámicos que facilitan la visualización puntual de las tendencias por parte de los responsables. Los *softwares* para la creación de gráficos y *dashboards* dinámicos, anteriormente raros, complejos y caros, en la actualidad ofrecen una amplia gama de opciones,⁶⁷ también en *software* libre.⁶⁸

La utilización de *data analytics* en la GFP se viene ampliando, con resultados de comprobada eficacia conforme la experiencia de muchos países. Con la creciente disponibilidad de datos de origen interno⁶⁹ y externo, bajo una gran variedad de formatos estructurados o no, aliados a algoritmos y herramienta de alta eficacia, se observa que las áreas de aplicación de estos conceptos se amplían continuamente. Las administraciones fiscales pioneras cosechan buenos resultados y promocionan nuevos modelos organizacionales para aplicar mejor las herramientas.

Muchas instituciones adoptan inicialmente un enfoque exploratorio, con los grupos de *data analytics* trabajando en muchas áreas y en pequeños proyectos, pero poco a poco haciendo foco en los proyectos que probablemente traerán mejores resultados (OCDE, 2016).

Es crítico traer el conocimiento de *data analytics* hacia adentro de la institución, contratando nuevos profesionales con estas habilidades y/o capacitando funcionarios. También es tendencia la formación de pequeños grupos de proyecto, conformados por especialistas en el negocio y técnicos de *data analytics*. La selección de las herramientas adecuadas es parte de este proceso, en el que se consideran las disponibilidades entre herramientas comerciales, de *software* libre o una mezcla de ambas.

3.2.6. *Transparencia fiscal y data analytics de datos de SIAF*

Las informaciones disponibles en las bases de datos de los SIAF, incluyendo los sistemas auxiliares, representan fuentes importantes para la transparencia fiscal. El potencial de estas

⁶⁶ Además de los módulos gráficos propios de cada herramienta de *data analytics*.

⁶⁷ Véanse los mejores productos en <https://www.softwareadvice.com/bi/dashboard-comparison/>.

⁶⁸ Para conocer los mejores productos, visítese: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/open-source-dashboard-software/>

⁶⁹ Los datos de origen interno más relevantes para el análisis de datos de apoyo a la GFP los provee la administración tributaria.

fuentes se incrementa cuando están asociadas a informaciones adicionales de origen interno y externo a la administración fiscal.

En la actualidad las acciones destinadas a la promoción de la transparencia fiscal están fuertemente asociadas a la integración de informaciones, con base en tres tecnologías principales: *data analytics* (para la organización, asociación e inferencia de la información), estándares de publicación (para garantizar la uniformidad y comparabilidad de la información) y portales inteligentes (para facilitar la búsqueda, mejorar la usabilidad y la experiencia de los usuarios en la presentación de la información).

Como ejemplos se pueden mencionar la presentación del portal del gobierno de Estonia que tiene mucha información sobre el presupuesto y su ejecución a partir de dos entradas: “visión general” y “¿para dónde va su dinero?”; y el portal del gobierno de Irlanda,⁷⁰ donde un ciudadano puede, luego de ingresar el monto de su sueldo, verificar todos los tributos que paga y cuánto se destina a cada segmento del gasto público (educación, seguridad, administración del Estado, programas sociales, etc.), con base en el presupuesto vigente.

En los países de América, como ejemplos de iniciativas importantes se encuentran el sistema TBS Infobase de Canadá,⁷¹ del Treasury Board Secretariat, que se compone de una base de datos y herramientas de búsqueda *on-line* que proporcionan informaciones financieras y de recursos humanos del gobierno de Canadá. TBS InfoBase combina información contextual y datos de múltiples fuentes en un único repositorio, lo que posibilita una visión general del gobierno de Canadá y sus organizaciones. Este sistema permite que el usuario cree reportes personalizados y también provee variadas visiones y medios para analizar las operaciones del gobierno. Un alto porcentaje de usuarios indica que en la base de datos encontraron lo que buscaban y la consideran muy útil. Además, funcionarios del gobierno la utilizan para planear y seguir acciones financieras. El sistema provee un glosario de términos y metadata.⁷²

Por su parte, el gobierno de México desarrolló la plataforma informática Transparencia Presupuestaria, que reúne informaciones de rendición de cuentas de todo el ciclo presupuestario.⁷³ La información puede visualizarse de modo individual o de forma agregada, con despliegues en formatos gráficos de lectura fácil o en tablas detalladas que pueden ser descargadas por el usuario, y con filtros de consulta para seleccionar datos de interés y otras facilidades de consulta. La plataforma presenta la información en cinco grupos principales: (i) presupuesto (descarga de presupuestos en el formato internacional de datos fiscales abiertos,

⁷⁰ Para más información, visítese: <http://www.publicpolicy.ie/where-does-your-tax-go/#middle-link>.

⁷¹ Para conocer más, visítese: <http://www.tbs-sct.gc.ca/ems-sgd/edb-bdd/index-eng.html#start>.

⁷² Más información disponible en: <https://www.oecd.org/governance/observatory-public-sector-innovation/innovations/page/tbsinfobase.htm>.

⁷³ Puede visitarse la página web en: <https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/>.

folletos descriptivos resumidos con la propuesta, aprobación y ejecución del gasto), (ii) obra pública abierta (datos trimestrales de 2017, consulta sobre los programas y proyectos de inversión constantes en el presupuesto de la Federación 2018, con despliegue en mapas indicativos y descarga de datos), (iii) programas (despliegue de mapas categorizando programas y proyectos por área, con indicadores de avance y descarga de datos), (iv) entidades federativas (transferencias federales y seguimiento de los recursos asignados en despliegues gráficos) y (v) datos abiertos (consultas a la base de datos presupuestarios abiertos por medio de varios indicadores y descargas).

Otra iniciativa del gobierno de México en el área de transparencia fiscal es la de Contrataciones Abiertas MX, destinada a diseminar información sobre los procesos de contratación pública, de acuerdo con el Estándar de Datos de Contratación Abierta global (OCDS, por sus siglas en inglés), que busca fomentar la integridad gubernamental y aumentar la transparencia de las compras públicas.⁷⁴ También se creó una infraestructura en la nube de Amazon para almacenar estos datos bajo una tecnología *blockchain*, con herramientas abiertas de libre acceso que permiten la visualización de los datos por toda la sociedad.

4. Conclusiones y recomendaciones

Es un momento de transformación para los SIAF en la región latinoamericana. Estos sistemas fueron fundamentales para la estabilidad económica en los años noventa y para una mayor eficiencia y transparencia fiscal en las últimas dos décadas. Sin embargo, muchos están entrando en obsolescencia y necesitan modernizarse. En este mismo momento los avances tecnológicos son exponenciales y el uso de sistemas y servicios de TI es cada vez más accesible y menos costoso.

Si bien todavía persisten desafíos en mejoras de procesos y requisitos funcionales, tales como implantar protocolos que no permitan transacciones fuera del sistema, seguir ampliando la cobertura de la CUT, integrar más los procesos de la GFP y continuar implementando las NIC-SP en los SIAF, esta publicación se concentra mayormente en los aspectos tecnológicos para la modernización de los SIAF. En AL la mayoría de las versiones actuales en operación de estos sistemas fueron desarrollados a medida durante las últimas dos décadas y muchos no tuvieron un mantenimiento preventivo adecuado, lo que viene reduciendo su ciclo de vida.

Las estrategias exitosas de SIAF apuntan a un enfoque gradual y modular en el desarrollo y en la implantación o renovación del sistema, con un mantenimiento adecuado y

⁷⁴ Para más información, visítase: <http://standard.open-contracting.org/latest/es/>.

foco en el usuario. La disponibilidad de recursos técnicos y presupuestarios suficientes para el mantenimiento del sistema, junto con la implementación e institucionalización de buenas prácticas de gestión de TI basadas en marcos internacionales, son esenciales para garantizar la calidad del servicio y la extensión de la vida útil del sistema. La financiación para proyectos de nuevos SIAF o la modernización de los actuales debería fortalecer la implementación e institucionalización de un entorno de gestión del sistema basado en estándares y prácticas internacionales, con la finalidad de garantizar la efectividad del sistema.

Adicionalmente, se recomienda considerar nuevas soluciones institucionales, como por ejemplo el establecimiento de agencias de GFP con autonomía administrativa y presupuestaria, como sucede con las administraciones tributarias, para promover la sostenibilidad de largo plazo de un SIAF.

Para aprovechar mejor las tecnologías emergentes en los procesos de modernización de los SIAF, se propone adoptar una nueva estrategia de SIAF como una plataforma de gestión del gasto público, con un enfoque modular en la implantación, mantenimiento o renovación del sistema. Además, es preferible, mantener adecuadamente los sistemas existentes con el uso de buenas prácticas internacionales de gestión de tecnología de la información, tales como el ITIL, a fin de evitar la necesidad de rehacer todo el sistema de tiempo en tiempo. En este contexto es prioritaria la disponibilidad de protocolos y reglas para el control, registro y documentación de los procesos y de la codificación del sistema, con pruebas efectivas en todos los desarrollos y cambios del SIAF.

La concepción del SIAF como una plataforma propone un núcleo central robusto y modular, alrededor del cual se implementan sistemas administrativos auxiliares y subsistemas de apoyo en una arquitectura coherente con interfaces estandarizados, de manera de conformar un entorno de sistemas de información de finanzas públicas que podrá absorber modernizaciones funcionales y nuevas tecnologías sin la necesidad de rehacer todo el sistema cada determinado tiempo, sino manteniendo mejor los sistemas existentes.

En una plataforma SIAF las reglas e interfaces deben ser claras, por lo cual los sistemas o módulos desarrollados a medida y los adquiridos en el mercado pueden convivir e interactuar de acuerdo con las necesidades de cada gobierno.

El mantenimiento adecuado de un SIAF es esencial para garantizar su desempeño, contribuir a la satisfacción de los usuarios, reducir costos en el mediano y largo plazo y maximizar su vida útil. La estrategia de SIAF como una plataforma que posibilita su mejora continua depende no solo de la modularidad de sus funciones sino también de la calidad de su mantenimiento, registro y documentación.

Es común que solicitudes de cambios en el cortísimo plazo, normalmente realizadas por los administradores funcionales, se usen como justificación por los gestores de TI para saltar etapas de los modelos y buenas prácticas internacionales. El ejercicio continuo de estas conductas no documentadas y nocivas de mantenimiento del *software* termina reduciendo la vida útil de un SIAF. Esto viene ocurriendo sistemáticamente en ALC en las últimas décadas y consiste en uno de los principales problemas a partir del cual se propone de forma recurrente la adquisición o desarrollo de un nuevo sistema de tiempo en tiempo.

La seguridad de la información es otro tema que los administradores de los SIAF deben priorizar para hacer frente a las crecientes amenazas internas y externas, mediante la ampliación del uso de técnicas criptográficas, monitoreo del ambiente y fortalecimiento del proceso de autenticación de usuarios.

Por su parte, el apoyo al usuario de los SIAF, tradicionalmente realizado por personal técnico especializado, puede valerse de tecnologías de *machine learning* (aprendizaje de máquinas) y *chatbots* para interactuar *on-line* con usuarios en la solución de dudas y problemas. Estos “técnicos virtuales” mejoran su desempeño con la progresión del uso y recogen informaciones que podrán utilizarse para mejorar la formación de los usuarios, además de perfeccionar funcionalidades e interfaces del SIAF.

Al mismo tiempo la transformación tecnológica actual ayuda con oportunidades y tendencias obtenidas de las nuevas tecnologías emergentes, como el uso de datos y servicios en la nube, el compartir códigos de programación, el empleo de las nuevas tecnologías de registro distribuido (como *blockchain*), la recaudación de tributos y los pagos electrónicos por teléfonos móviles, el uso de *data analytics*, entre otras.

La computación en nube ofrece alternativas importantes para la reducción de inversiones en centros de cómputos propios y la promoción del SIAF como servicio (SaaS) que puede ser menos costoso, más eficiente y seguro. Se recomienda ampliar el uso de datos y servicios de computación en nube en el sector público en ALC, como la política de *cloud first* en la cual las instituciones gubernamentales deben considerar soluciones en nube como una alternativa, o por lo menos adoptar un concepto de “nube híbrida”, que combina servicios de nube y centros propios de datos, con ambas plataformas coordinadas, lo que ofrece a las instituciones mayor flexibilidad y elasticidad, y más opciones de almacenamiento y uso de datos.

Otras innovaciones como códigos abiertos y el compartir sistemas también ameritan un mejor aprovechamiento, a partir de ejemplos exitosos en Brasil y otros países de la región. El BID implementó un repositorio de programas, procesos y algoritmos en código abierto para

apoyar esta iniciativa en el portal Código para el desarrollo: Herramientas digitales para mejorar vidas. Si bien en este punto existen ejemplos donde se comparten sistemas o módulos de código abierto entre países, como la donación del SIAF de Guatemala a Ecuador en 2008, existe un gran potencial en el ambiente subnacional, dada la similitud de procesos y reglas a cumplir por estas entidades.

Nuevas tecnologías de registro distribuido (DLT, *blockchain*) se presentan como un gran potencial, principalmente para algunos sistemas administrativos auxiliares como compras públicas, gestión de recursos humanos y pagos de personal, y también para los SIAF a nivel subnacional. Adicionalmente se viene usando esta tecnología para compartir información de modo ágil y seguro entre entidades públicas. En el contexto de los SIAF nacionales, su arquitectura centralizada, la CUT y la calidad de la infraestructura de los centros de datos y redes que los soportan, llevan a una situación en que las inversiones para transformaciones radicales como *blockchain* sean menos atractivas en el corto y mediano plazo. Esto no significa que en el futuro no vaya a existir un SIAF nacional en *blockchain*, sino que no parece una tendencia en el corto y mediano plazo. Esto sigue como un tema en abierto, que carece todavía de evaluaciones teóricas y comprobaciones mediante pruebas de concepto y pilotos.

Los SIAF tienen sus pagos electrónicos bancarizados pero todavía hay brechas que deben llenarse debido a las bajas tasas de bancarización en algunos países de la región. Una alternativa para reducir la brecha en parte de la población no bancarizada es la utilización del dinero móvil, basado en la infraestructura de la telefonía celular. Se pueden aprovechar experiencias de utilización del modelo de dinero móvil, como los de India, Kenia y otros países. Por su parte, el uso generalizado de criptomonedas todavía no es factible en el corto plazo, pero hay un gran potencial que debe explorarse.

La utilización de *data analytics* a partir de bases de datos del SIAF combinadas con datos de otras fuentes ofrece un alto potencial en la gestión fiscal, ya sea en la oferta de herramientas de gestión en tiempo real (*dashboards*) o en previsiones macroeconómicas en tiempo real (*nowcashing*), entre otros usos. La apropiación del conocimiento de *data analytics* por parte de la administración fiscal es esencial para identificar nuevas oportunidades y poner en marcha proyectos de investigación, de manera de reunir el conocimiento del negocio con las técnicas y herramientas disponibles.

La mejora de la transparencia fiscal tiene importantes contribuciones en los estándares y herramientas de publicación de datos de contrataciones públicas y de datos fiscales, aliados a técnicas de *data analytics* (para identificar y agrupar información de relieve), portales inteligentes (para la creación de portales web que se adapten a la experiencia de los usuarios),

aplicaciones para dispositivos móviles (App, para permitir la búsqueda y visualización de datos desde dispositivos móviles) y API (para viabilizar el intercambio de datos entre programas aplicativos de la administración fiscal y entidades de la sociedad civil).

Además, es importante mantenerse informado sobre los avances de otras aplicaciones de inteligencia artificial en las finanzas públicas, que pueden tener un gran impacto en áreas como análisis de riesgo en emisión de bonos, predicción de recaudación, auditorías, análisis de escenarios macroeconómicos, etcétera.

Son muchas las oportunidades tecnológicas para los SIAF como una plataforma en los próximos años en ALC, y si bien el sector privado viene avanzando más rápidamente que el sector público en la adopción pionera de nuevas tecnologías emergentes, en los gobiernos también se debería avanzar en identificar y adoptar nuevas experiencias, lo que sería un factor fundamental para la modernización de estos sistemas en la región.

Referencias

- Ainsworth, R. y V. Viitasaari. 2017. *Payroll Tax and the Blockchain*. Documento de trabajo 17-17. Boston University School of Law.
- Almazán, M. y J. Frydrych. 2015. Servicios financieros móviles en América Latina y el Caribe. GSMA. Londres, Reino Unido. Disponible en: https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2015/11/2015_MMU_Servicios-financieros-moviles-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf
- Cangiano, M., A. Gelb y R. Goodwin-Groen. 2017. Integration of Government Digitalization and Public Financial Management—Initial Evidence (capítulo 12). En: Gupta, S. et al. (eds.). *Digital Revolution in Public Finance*. Washington D.C.: FMI. Disponible en: https://www.elibrary.imf.org/view/IMF071/24304-9781484315224/24304-9781484315224/Other_formats/Source_PDF/24304-9781484316719.pdf
- CIAT (Centro Interamericano de Administraciones Tributarias) y BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2013. Estado de la administración tributaria en América Latina: 2006-2010. Washington, D.C.: CIAT y BID.
- CoP (Comunidad de Prácticas) FMIS (Financial Management Information Systems). 2018. Comunidad de Prácticas en SIAF, Banco Mundial. Para acceder, es necesario registrarse gratuitamente en: <https://eteam.worldbank.org/FMIS>
- Erl, T., Z. Mahmood y R. Puttini. 2013. *Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture*. Prentice Hall. Resumen disponible en: <http://whatiscloud.com/>.
- Fainboim, I. y S. Pattanayak. 2011. Treasury Single Account: An Essential Tool for Government Cash Management. Washington, D.C.: FMI. Disponible en: <https://www.imf.org/en/Publications/TNM/Issues/2016/12/31/Treasury-Single-Account-An-Essential-Tool-for-Government-Cash-Management-25188>
- Figliola, P. y E. Fischer. 2015. Overview and Issues for Implementation of the Federal Cloud Computing Initiative. Congressional Research Service Report. Disponible en: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42887.pdf>.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2018. Fiscal Monitor - Capitalizing in Good Times, abril. Washington, D.C.: FMI. Disponible en: <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2018/04/06/fiscal-monitor-april-2018>
- Fritz, V., M. Verhoeven y A. Avenia. 2014. Political Economy of Public Financial Management Reforms: Experiences and implications for Dialogue and Operational Engagement.

- Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/596281510894572778/pdf/121436-REVISED-PUBLIC-PE-of-PFM-Reforms-Report-Web.pdf>
- Gartner. 2018a. Gartner IT Glossary. Disponible en: <https://www.gartner.com/it-glossary/?s=blockchain>
- Gartner. 2018b. Gartner Hype Cycle for Digital Government Technology 2018. Disponible en: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-from-gartner-hype-cycle-for-digital-government-technology-2018/>
- Gupta, S. et al. (eds.). Digital Revolution in Public Finance. Washington D.C.: FMI. Disponible en: https://www.elibrary.imf.org/view/IMF071/24304-9781484315224/24304-9781484315224/Other_formats/Source_PDF/24304-9781484316719.pdf
- GEALC (Gobierno Electrónico de América Latina y el Caribe). 2016. Boletín e-Gobierno Red GEALC, octubre. Red GEALC.
- Hashim, A. y M. Piatti. 2016. A Diagnostic Framework to Assess the Capacity of a Government's Financial Management Information System as a Budget Management Tool. Documento de trabajo IEG 2016/1. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25267>
- . 2018. Lessons from Reforming Financial Management Information Systems: A Review of the Evidence. Independent Evaluation Group. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/504361516629959446/pdf/WPS8312.pdf>
- Kundra, V. 2010. 25 Point Implementation Plan to Reform Federal Technology Management. Washington, D.C.: The White House. Disponible en: <https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/25-point-implementation-plan-to-reform-federal-it.pdf>.
- Lund, S., O. White y J. Lamb. 2017. Digital Revolution in Public Finance. Washington, D.C.: FMI.
- Marks, E. 2018. Establishing an Enterprise Hybrid Cloud Bill of Rights, *Cloud Spectator*, junio 29. Disponible en: <https://cloudspectator.com/establishing-an-enterprise-hybrid-cloud-bill-of-rights/>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2016. Advanced Analytics for Better Tax Administration: Putting Data to Work. París, Francia: OCDE.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2016. Panorama de las administraciones públicas de

- América Latina y el Caribe 2017. París, Francia: OCDE/BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/15675/panorama-de-las-administraciones-publicas-america-latina-y-el-caribe-2017>
- OMB (Oficina de Gestión y Presupuesto). 2018. Information Technology (capítulo 16), en *Analytical Perspectives*. Washington, D.C.: OMB. Disponible en: https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/omb/budget/fy2018/ap_16_it.pdf
- Pimenta, C. y M. Pessoa (eds.) 2015. Gestión financiera pública en América Latina: la clave de la eficiencia y la transparencia. Washington, D.C.: BID/FMI. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/17006/public-financial-management-latin-america-key-efficiency-and-transparency>
- Pimenta, C. y G. Uña. 2015. Sistemas integrados de administración financiera en América Latina: aspectos estratégicos y desafíos pendientes (capítulo 7). En C. Pimenta y M. Pessoa (eds.). *Gestión financiera pública en América Latina: la clave de la eficiencia y la transparencia*. Washington, D.C.: BID/FMI. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/17006/public-financial-management-latin-america-key-efficiency-and-transparency>
- Schiff, J. 2014. 9 Tips for Selecting and Implementing an ERP System. CIO/IDG. Disponible en: <https://www.cio.com/article/2458889/enterprise-resource-planning/enterprise-resource-planning-9-tips-for-selecting-and-implementing-an-erp-system.html>
- Seco, A. 2018. Computación en nube en las administraciones tributarias – Parte II. CIAT. Disponible en: <https://www.ciat.org/la-computacion-en-nube-en-las-administraciones-tributarias-ii/>
- Seco, A. y A. Muñoz. 2018. Panorama del uso de las tecnologías y soluciones digitales innovadoras en la política y la gestión fiscal. Documento de trabajo, Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/9073>
- Sturge, G. 2017. Five Myths about Cash Transfers. Londres, Reino Unido: IRIN.
- Tapscott, D. y A. Tapscott. 2016. Blockchain Revolution. Nueva York, NY: Penguin Random House.
- Unión Europea. 2016. Online Platforms and the Digital Single Market Opportunities and Challenges for Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Bruselas, Bélgica: Comisión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-288-EN-F1-1.PDF>

Zaballos, A. y E. Rodríguez. 2017. Economía digital en América Latina y el Caribe. Situación actual y recomendaciones. Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/14078/economia-digital-en-america-latina-y-el-caribe-situacion-actual-y-recomendaciones>

———. 2018. Cloud Computing, Opportunities and Challenges for Sustainable Economic Development in LAC. Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/12960/cloud-computing-opportunities-and-challenges-sustainable-economic-development>