

ARTÍCULO ORIGINAL

POSRED: Una propuesta de ecosistema tecnológico para la masificación de pagos electrónicos con tarjetas en moneda nacional

A technological ecosystem proposal for the massification of electronic card payments in national currency

Omar Vidal Pino

omar.vidal@bielglasses.com • <https://orcid.org/0000-0002-9917-3838>

Lisandra Guerrero Pérez

lisandraperez@ibict.br • <https://orcid.org/0000-0002-8656-2850>

Edilmar Silva Torres

edilmar.silva.torres@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-8656-2850>

Yendris Valdés Peña

yendri.valdes@etecsa.cu • <https://orcid.org/0009-0002-5133-429X>

Geiser Arcio Pérez Rivas

geiserarcio@gmail.com • <https://orcid.org/0009-0005-0124-233X>

UNIVERSIDAD O CENTRO, EN VERSALES, 11 PUNTOS, BOLD

Recibido: 2023-10-14 • Aceptado: 2024-03-30

RESUMEN

El proceso de bancarización en Cuba busca introducir los últimos avances tecnológicos en los procesos financieros cubanos, con el propósito de fomentar los pagos digitales. Como parte de ese contexto, este artículo propone un ecosistema tecnológico que introduce un terminal POS inalámbrico modificado como actor principal, y canal para la masificación de los pagos digitales con tarjeta en moneda nacional. El ecosistema tecnológico propuesto, PosRed, ha sido diseñado bajo la premisa de que sea escalable y de fácil adaptación a los requisitos tecnológicos de las pasarelas de pago existentes en Cuba (EnZona y Transfermóvil). La arquitectura del ecosistema PosRed está conformada por cuatro componentes principales: terminal POS, firmware del terminal POS, plataforma de administración de terminales y plataforma de gestión para los titulares de POS. Para seleccionar aquellos hardware (POS) que pudiesen ser personalizados a los requerimientos de la banca cubana, se realizó un levantamiento de requisitos. También fueron desarrollados experimentos iniciales para la construcción de un firmware que adaptase el hardware al contexto cubano (tarjetas cubanas, tipo de moneda, tarjetas SIM, conectividad GSM). El ecosistema PosRed está equipado con las últimas tecnologías de IoT para la gestión de terminales POS y la transmisión, serialización y encapsulación de datos.

Palabras clave: terminales punto de venta, banca cubana, transformación digital, pagos electrónicos, ecosistema tecnológico.

ABSTRACT

The banking update process in Cuba seeks to introduce the latest technological advances in Cuban financial processes with the purpose of promoting digital payments. In this context, we propose a technological ecosystem that introduces a modified wireless POS terminal as the main actor, and channel, for the massification of card payments in national currency. The proposed technological ecosystem, PosRed, has been designed under the premise that it is scalable and easy to adapt to the technological requirements of the current Cuban payment gateways (EnZona and Transfermovil). The PosRed ecosystem's architecture is made up of four main components: i) POS terminal, ii) POS terminal firmware, iii) terminal management platform and iv) management platform for POS holders. A requirements survey was carried out to select those hardware's (POS) that could be customized to the Cuban financial requirements. Likewise, initial experiments were developed for a firmware construction that would adapt the hardware to the Cuban context (Cuban cards, currency types, SIM cards, GSM connectivity). Our PosRed ecosystem is equipped with the latest IoT technologies for POS terminal management and data transmission, serialization, and encapsulation.

Keywords: *point of sale terminals, Cuban banking, digital transformation, electronic payments, technological ecosystem.*

INTRODUCCIÓN

Los métodos de pago han evolucionado durante siglos, especialmente en los últimos 50 años. El dinero físico fue siendo sustituido paulatinamente por otros medios de pago; pero fueron las tarjetas magnéticas las que propiciaron cambios sustanciales en las infraestructuras bancarias (Data Insights, 2017). De forma general, a nivel mundial, la introducción de la tarjeta magnética como método de pago (en cualquiera de sus modalidades: débito, crédito, prepago, etc.), generó el desarrollo de tecnologías que permitieron sustituir a los métodos de pago predecesores (cheque y papel moneda) (De Luna, Liébana, Sánchez & Muñoz, 2019).

La introducción de las tarjetas magnéticas como identificación digital del consumidor inició un proceso de optimización de características, entre ellas, durabilidad, seguridad, fácil uso y disponibilidad (Data Insights, 2017; De Luna et al., 2019). La evolución natural de esta tecnología también incorporó dispositivos electrónicos, como los cajeros automáticos y los terminales POS (Point of Sale), para el movimiento físico y digital del dinero depositado en las tarjetas (Zdravkovic, 1998; Manimuthu, 2021). Con la llegada de Internet fueron precisamente los terminales POS —por su bajo costo, versatilidad y fácil implantación— las que se convirtieron en el máximo exponente de esta reconfiguración en los medios de pago, pues masificaron el uso de las tarjetas magnéticas como emisor de pago digital principal en todos los sectores de la sociedad (Kasavana, 1995; Dyson, 2015).

Cuba transita desde hace algunos años por un proceso que se ha definido como «informatización de la sociedad», uno de los tres pilares que respalda la actual gestión gubernamental (Ruiz y Vidal, 2019; Manrique, 2021). Aunque este proceso aún no ha alcanzado la magnitud que demanda el desarrollo del país, las acciones, iniciativas y el talento autóctono han propiciado avances incuestionables en el gobierno y comercio electrónicos, orientando al país hacia la transformación digital (TD) (Cruz y Guerrero, 2019; Hernández, García y Quiza, 2023). Dentro de la transformación digital (TD), es el proceso de bancarización en Cuba, que se percibe como el de mayor impacto social: no solo está revolucionando los procesos económicos del país, sino que también está teniendo un impacto extraordinario en el ciudadano, ya que lo acercan por primera vez a los pagos digitales de productos y servicios a través de Internet.

Este proceso de transformación digital en Cuba introdujo, como paso inicial y estratégico, la tarjeta magnética para los depósitos de salarios, pensiones, haberes personales, cuentas de ahorro, etc., alcanzado un alto índice de penetración bancaria en todo el país. Por ejemplo, solo en el Banco de Crédito y Comercio (Bandec) actualmente existen 5,5 millones de tarjetas, para un crecimiento de 197 % respecto a 2019 (Alonso, Figueredo, Arce, Fonseca y Carmentate, 2023a).

El proceso de digitalización bancaria y la creciente bancarización del pueblo han exigido al sector empresarial (privado y estatal), una readecuación de sus modelos de procesamiento de tarjetas y medios de pago. Basado en la experiencia de países de la región, como: Brasil, Chile, Colombia y México (Rolfe, 2021), el siguiente paso en este idóneo contexto de penetración bancaria es generar un plan de acción para disponibilizar, a los ciudadanos, de los instrumentos necesarios para aumentar la emisión de pagos digitales usando sus tarjetas magnéticas.

Debido a factores como el bloqueo económico y la pandemia COVID-19, etc., el Gobierno cubano no ha podido expandir —en este proceso de digitalización bancaria— una suficiente red de cajeros automáticos o de terminales POS (importados o producidos en el país), que permita al ciudadano realizar los pagos cotidianos con su tarjeta en moneda nacional. Es válido destacar el esfuerzo y la innovación que se ha tenido a nivel gubernamental, para ofrecer alternativas ante esta coyuntura actual. Iniciativas como la banca telefónica, la banca remota (Virtual Bandec, Metro en línea, Banca remota del BPA), y las pasarelas de pago (payments gateways), como Transfermóvil y EnZona, han aumentado los pagos electrónicos nacionales y disminuido la necesidad del dinero físico. No obstante, estas iniciativas continúan siendo insuficientes para satisfacer las demandas de la sociedad, pues su índice de penetración no es homogéneo, siendo casi inexistente en algunas regiones del país. Por ejemplo, más de 50 % de los pagos digitales del país a través de Transfermóvil se concentran en solo dos provincias (La Habana y Santiago de Cuba), mientras existen extensos territorios (hasta nueve provincias) que, en conjunto, no superan 18 % de las operaciones (Alonso, Figueredo y Rodríguez, 2023b). Varias pueden ser las razones que justifican este fenómeno desde un enfoque teórico. Para comprender esta realidad social, la más evidente es la velocidad ciber-tecnológica (Guerrero, Vidal, Nassif y Moura, 2021). El proceso de transformación digital en Cuba ha introducido en muy poco tiempo procesos sociotecnológicos, que en otras sociedades han demorado décadas (Data Insights, 2017; De Luna et al., 2019), sometiendo al ciudadano a una violencia provocada por la velocidad ciber-tecnológica (Trivinho, 2007). Un segundo motivo son los altos requerimientos tecnológicos. Actualmente cada ciudadano necesita teléfonos smartphones, computadoras, Internet y cultura tecnológica, para realizar sus pagos electrónicos en moneda nacional.

En este contexto, una solución admisible —y que resolvería el problema en su raíz— es intentar explotar el alto índice de penetración de tarjetas bancarias para proporcionar a los pequeños, medianos y grandes negocios (mipymes, cuenta propistas, etc.), de Terminales de Punto de Venta (TPV o POS) que operen en moneda nacional y que conviertan a las tarjetas nacionales en el emisor de pago digital primario. De esta manera, no se le exige al ciudadano altos conocimientos tecnológicos ni requerimientos costosos para realizar sus pagos electrónicos, pues

usarían simplemente su tarjeta bancaria. Este abordaje también permitiría construir, escalablemente, una red de pagos digitales con tarjeta en moneda nacional que llegue a todos los rincones del país, a través de las pasarelas de pagos nacionales (Transfermóvil y EnZona).

A partir de esos presupuestos nace este trabajo, proyecto que propone la introducción de un terminal POS portátil con software adaptado a las particularidades de la banca cubana que usa los últimos avances de Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT) (Zhang, et al., 2020; Manimuthu, 2021; Mehr, 2023), para integrarse a la tecnología existente en Cuba. De ese modo, el objetivo de estas líneas es proponer un ecosistema tecnológico para la masificación de los pagos electrónicos con tarjeta en moneda nacional, a través de un terminal POS modificado.

Pagos digitales en Latinoamérica

La demanda de terminales de pago POS ha crecido en todo el mundo, debido al auge de la industria minorista y al cambio en los mercados desorganizados. Los sistemas de punto de venta fijos han experimentado un crecimiento constante en los últimos años, por la alta adopción en los grandes almacenes, las tiendas y los mercados en línea (De Luna et al., 2019). La creciente urbanización, el aumento de la renta disponible de los consumidores y el desarrollo de funcionalidades, como la gestión de inventario y la ejecución de programas de fidelización, están aumentando la popularidad de los terminales POS inalámbricos. Además, estos dispositivos están teniendo una gran preferencia entre los restaurantes y las tiendas minoristas, porque ofrecen características y funcionalidades específicas para esos contextos (Research & Markets, 2020).

Se espera que el mercado global de terminales POS crezca a una Tasa de Crecimiento Anual Compuesto (CAGR) de más de 8 % durante el período 2019-2025 (Research & Markets, 2020). Es probable que los siguientes factores contribuyan al crecimiento del mercado de terminales POS durante el período de pronóstico: aumento de pagos digitales, introducción de sistemas POS basados en la nube y tecnología Wireless (Zdravkovic, 1998; Zhang, 2020; Manimuthu, 2021; Mehr, 2023), alta demanda de las industrias minorista y de atención médica, etc. A nivel mundial, varios análisis establecen que la tasa de crecimiento del mercado global de terminales de POS es de 10,0 %, con un valor estimado de 13 520 millones para 2026 (Research and Markets, 2021b).

En el contexto de América Latina, las reformas en la infraestructura social y de Internet son los principales factores que contribuyen al crecimiento del mercado de terminales POS. Con una mayor conectividad a Internet y una tecnología de pago mejorada, los consumidores tienen un mejor acceso a las opciones de pago (incluso sin contacto), lo que a su vez ayuda a mejorar los escenarios y métodos de pago (Research & Markets, 2020; Research & Markets, 2021a).

Se espera que el mercado de terminales POS de América Latina registre una CAGR de 6,2 % durante el período de pronóstico (2022-2027). Según una encuesta de diciembre de 2020, del Banco de México, 93 % de la población objetivo (que representa a 66,9 millones de mexicanos) utilizó efectivo en transacciones antes de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, luego de la pandemia, 86 % (equivalente a 61,9 millones de mexicanos) reportó usar menos efectivo en los pagos (Mordor Intelligence, 2023).

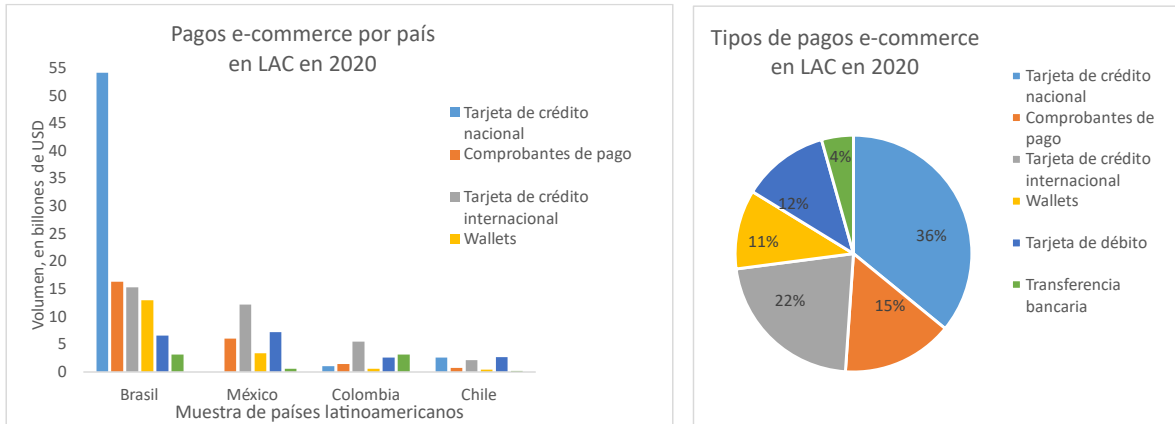
El mercado de terminales POS de América Latina es moderadamente competitivo, con un número considerable de proveedores de POS regionales y globales, estableciéndose como líderes de mercado de terminales POS en Latinoamérica: Ingenico Group, NEC Corporation, BBPOS Limited, PAX Technology, VeriFone System Inc. (Mordor Intelligence, 2023). Existen algunas entidades bancarias que han construido su propia red de terminales POS, por ejemplo, desde agosto de 2021, las empresas de todo Brasil tienen acceso a servicios de compra a través de POS de la empresa pública Caixa. Las empresas pueden utilizar los terminales para aceptar pagos realizados con tarjetas de

débito, crédito o regalo y pagos de proximidad realizados con tarjeta o código QR (Mordor Intelligence, 2023). Rolfe (2021) determinó en su análisis del panorama de los pagos electrónicos (e-commerce), en el contexto latinoamericano, que de 2018 a 2020, Brasil y Colombia tuvieron un crecimiento progresivo del uso de las tarjetas de débito y que Chile era quien poseía la mayor penetración de tarjetas en América Latina. La figura 1a) muestra parte de los análisis realizados por Rolfe (2021). Obsérvese cómo el pago con tarjeta (ya sean de crédito, débito o internacional) representa 70 % de los métodos de pagos digitales realizados en estos países durante 2020.

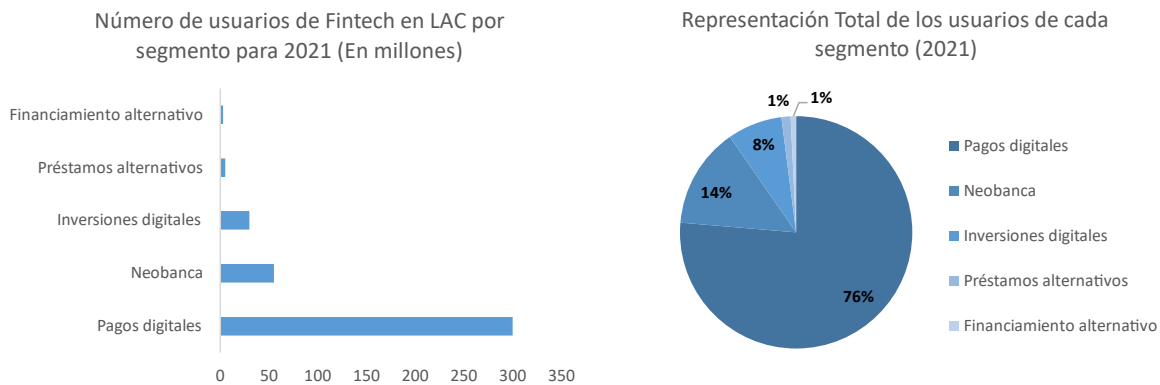
Pero, ¿qué es lo que ha generado este impulso significativo en el sector financiero de América Latina y el Caribe (LAC)? En la última década, las Fintech han revolucionado el sector financiero en América Latina (Rojas, Kshetri, Hanafi & Kouki, 2021; Bakker et al., 2023). Los sistemas de pago digitales y los bancos digitales han crecido rápidamente, y las finanzas alternativas han comenzado a desarrollarse. La figura 1b y 1c) muestra un ejemplo del impacto de las Fintech en LAC, de 2017 a 2021.

Bakker et al. (2023) realizó un estudio sobre las Fintech, que muestra cómo en 2021 había más de 300 millones de usuarios que realizaban pagos digitales y más de 30 millones de usuarios en bancos digitales (Neobancos), concentrados, en su mayoría, en Brasil y México (figura 1a). Uno de los bancos digitales más grandes del mundo (NuBank) está en Brasil.

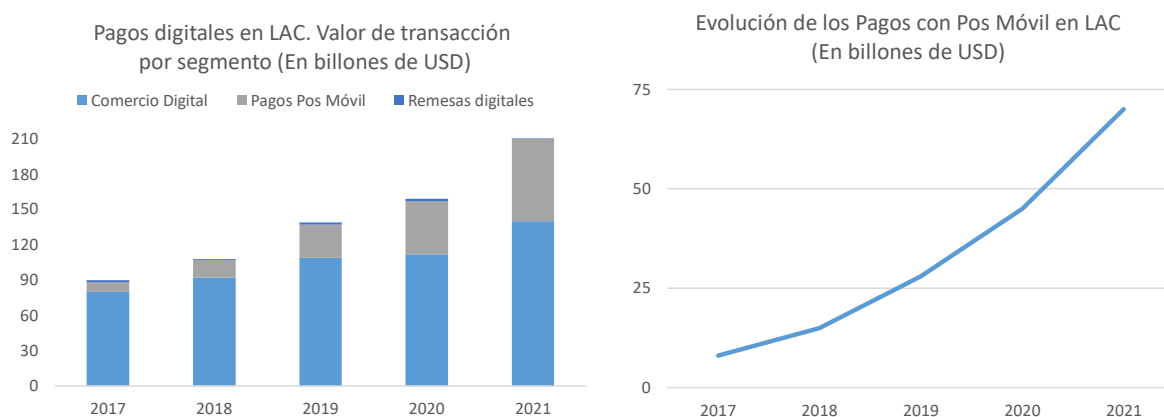
La figura 1c) muestra la evolución de las transacciones de las Fintech por los segmentos: comercio digital, pagos POS móvil, remesas digitales. Nótese cómo el crecimiento ha sido paulatino, siendo el segmento de los pagos con POS el que más aceleración ha mostrado en el lustro analizado por los autores, al conseguir valores en 2021 que representan hasta siete veces los alcanzados en 2017.



a) Comportamiento de los pagos electrónicos (e-commerce) en el contexto latinoamericano en 2020 .



b) Número de usuarios de Fintech en LAC por sector financiero en el año 2021.



c) Evolución de los pagos digitales de las Fintech en el período 2017 -2021.

Fig. 1 Pagos digitales en Latinoamérica: a) Comportamiento de los pagos electrónicos (e-commerce) en el contexto latinoamericano en 2020, adaptado de Rolfe (2021). b) y c) Estudio sobre el impacto de las Fintech en LAC en el lustro 2017-2021, adaptado de Bakker et al. (2023).

Las Fintech son innovación. Están impulsando la competencia y han aumentado la inclusión. Aproximadamente tres cuartas partes de los clientes de los bancos digitales son consumidores y pequeñas y medianas empresas (PYME) que antes no estaban bancarizadas o suficientemente bancarizados. El financiamiento alternativo ha impulsado el acceso al financiamiento para las micro, pequeñas y medianas empresas, sectores que han sido desatendidos por el sistema bancario tradicional en Latinoamérica. Las Fintech ayudaron a la región a lidiar el impacto de la COVID-19 (Rojas-Torres et al., 2021; Bakker et al., 2023) y fueron, durante ese período, las impulsoras principales de los pagos digitales, mediante terminales POS.

Pagos digitales en Cuba

En el contexto cubano, a pesar de su naturaleza diferente comparado con el sistema bancario latinoamericano, las Fintech también han desempeñado un papel protagónico en la evolución y creación de los servicios y productos financieros cubanos. El proceso de bancarización iniciado por el Banco Central de Cuba (BCC) ha introducido una serie de iniciativas tecnológicas con el objetivo de digitalizar los procesos financieros del país (Borrás, 2020; Ruiz, Delgado, Febles y Estévez, 2023a; Ruiz, Delgado, Febles y Estévez, 2023b).

Destacan, por su impacto e importancia, la creación de las pasarelas de pago EnZona y Transfermóvil, que han permitido introducir nuevos servicios de pagos electrónicos, como: transferencias bancarias, bolsa Mi Transfer, pagos de productos mediante QR, pagos de servicios (electricidad, agua, factura telefónica, gas, impuestos), ecosistemas de comercio electrónico, boulevard de tiendas virtuales, etc. (Alonso et al., 2023a; Alonso, Figueredo y Rodríguez, 2023b; BCC, 2023).

Según el BCC, estas iniciativas tecnológicas han permitido que solo en 2022 se alcanzaron en el país más de 200 millones de operaciones por canales electrónicos. En ese mismo año la matriz de pago del BCC mostró, por primera vez, operaciones digitales por encima de 63 %, hecho significativo si se tiene en cuenta que en 2019 los pagos en efectivo eran mayoritarios (con más de 88 %) (Alonso et al., 2023b).

A pesar de estos avances en el sistema de bancarización digital del BCC, la distribución territorial de cómo se ejecutan estas transacciones digitales en el país evidencian que este proceso no es uniforme. En la actualidad más de 75 % de las operaciones digitales del país se concentran solo en seis provincias (La Habana, Santiago de Cuba, Holguín, Camagüey, Ciego de Ávila y Villa Clara), mientras el resto de las regiones del país representan menos de 25 % de las operaciones digitales (Alonso et al., 2023b).

Como consecuencia, es esperado que en estas regiones de Cuba aún predomine el dinero líquido sobre el pago digital. Disímiles son las razones que pueden intentar justificar este fenómeno, entre ellas: velocidad cibertecnológica, desconocimientos tecnológicos, desconocimiento digital, poca educación financiera, falta de apreciación de las ventajas de los instrumentos de pago digitales e incluso la falsa perspectiva de seguridad que puede generar la retención de dinero líquido (Adeoti, 2013). Otro motivo —y no menos importante— es el elevado coste de los requerimientos tecnológicos que exigen los pagos digitales en Cuba (teléfono smartphone, computadora, Internet, etc.). Estos son prerrequisitos que probablemente muchos ciudadanos no se los puedan permitir.

Basado en la distribución y el comportamiento de los pagos electrónicos en los países latinoamericanos, puede deducirse que al proceso de bancarización de Cuba —aunque muestra un paso acelerado— le queda mucho camino por recorrer. Su principal diferencia radica en la diversidad y naturaleza de los emisores de pagos electrónicos. Mientras en Latinoamérica (figura 1) el pago con tarjeta (crédito, débito o internacional) puede acaparar hasta 70 % de los pagos electrónicos (e-commerce), en el contexto cubano los emisores de pagos digitales se limitan, en su mayoría al uso de las pasarelas de pagos existentes (EnZona y Transfermóvil). Las tarjetas bancarias cubanas no son

protagonistas en la banca electrónica del país, principalmente porque la infraestructura tecnológica actual imposibilita su uso como el emisor de pago digital por excelencia. Lo anterior es consecuencia de la débil red de terminales POS en moneda nacional (MN) existente en el país, hecho que imposibilita el uso natural de las tarjetas nacionales en las operaciones cotidianas.

La figura 2 muestra el estado de la red de Terminales de Punto de Venta (TPV-POS) existente en Cuba en 2018. Hasta esa fecha el país contaba con más de 12 mil TPV, un crecimiento de más de 95 % desde el año 2010, pero aún insuficiente para las necesidades actuales del país, pues solo 539 TVP (4 % del total) realizaban operaciones en moneda nacional (MN). En términos tecnológicos, la red de TVP está soportada por conectividad ADSL, aunque en 2017 se realizaron experimentos pilotos sobre conectividad inalámbrica GPRS (General Packet Radio Service) (Figueredo y Carmona, 2018). El proceso de bancarización cubana pretende seguir apostando por el uso de las TPV; pero existe la gran limitante de que estos canales de pagos electrónicos exigen un mayor costo de inversión en comparación con la utilización de las pasarelas de pagos nacionales (Fuentes, Rodríguez, Fariñas, Fonseca y Extremera, 2023).

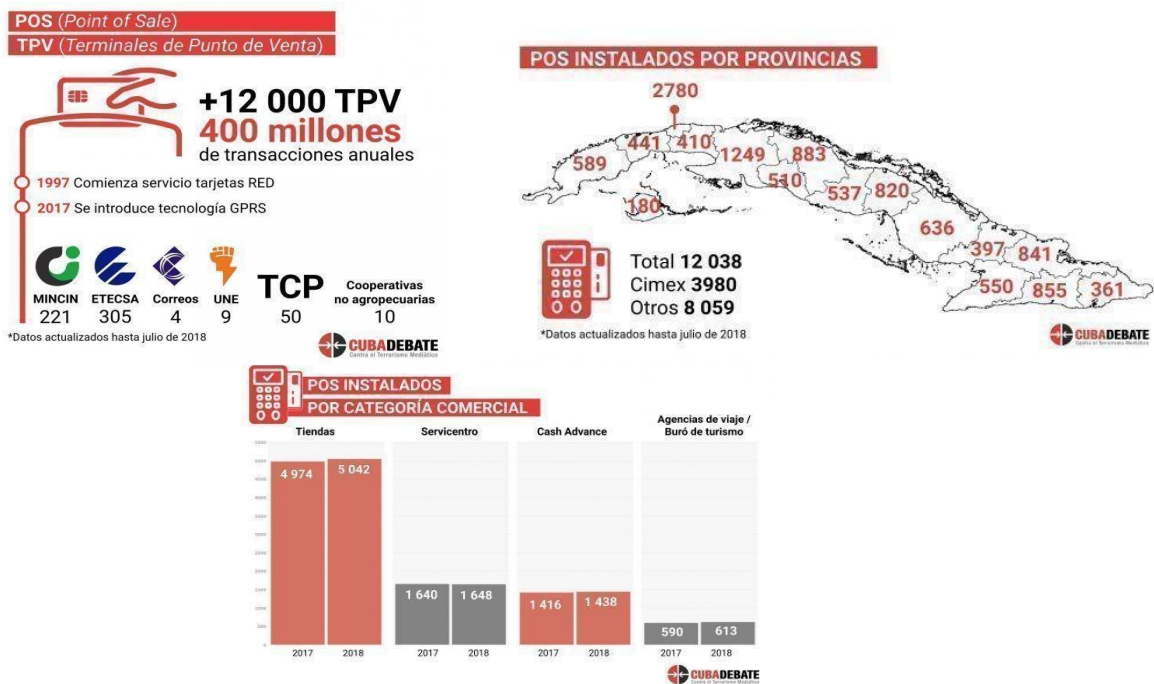


Fig. 2 Evolución y estado de las TPV POS en territorio cubano (Fuente: Figueredo Reinaldo y Carmona Tamayo, 2018).

Basado en las estadísticas de penetración tecnológica, está claro que la solución a largo plazo debe ser masificar la red de TPV en MN, pues las tarjetas nacionales (en MN) son mayoría, y para el ciudadano son más baratas y fáciles de usar que las pasarelas de pago nacionales. Un ejemplo que evidencia esta penetración tecnológica es que, a pesar de los grandes esfuerzos, los 4,3 millones de usuarios de Transfermóvil aún son minoría, comparado con el número de usuarios que poseen tarjetas nacionales del BCC (Banco Metropolitano, Banco Popular de Ahorro y BANDEC), pues solamente BANDEC posee 5,5 millones de tarjetas.

METODOLOGÍA

Flujograma del pago digital en Cuba

Los pagos digitales en Cuba pueden categorizarse, actualmente, como pagos móviles (m-payments) (Carr, 2007), los cuales requieren que los usuarios descarguen primero, para sus teléfonos celulares, una aplicación (app) que luego les va a permitir realizar pagos usando las opciones disponibles. Existen tres modelos diferentes para soluciones de pagos móviles (Carr, 2007): a) cuenta bancaria, b) basado en tarjeta de crédito y c) basado en facturación de las empresas de telecomunicaciones. El actual modelo del sistema de pagos digitales cubano es un híbrido de los modelos a) y c) basado en las particularidades de las pasarelas de pago cubanas (Transfermóvil y EnZona). El uso de las pasarelas de pago en Cuba puede resumirse, grosso modo, como un flujo bidireccional de información en el que participan tres actores principales: un emisor de pedido de pago (consumidor), un transportador del pedido (pasarelas de pago) y un ejecutor del pedido (el banco) (figura 3).

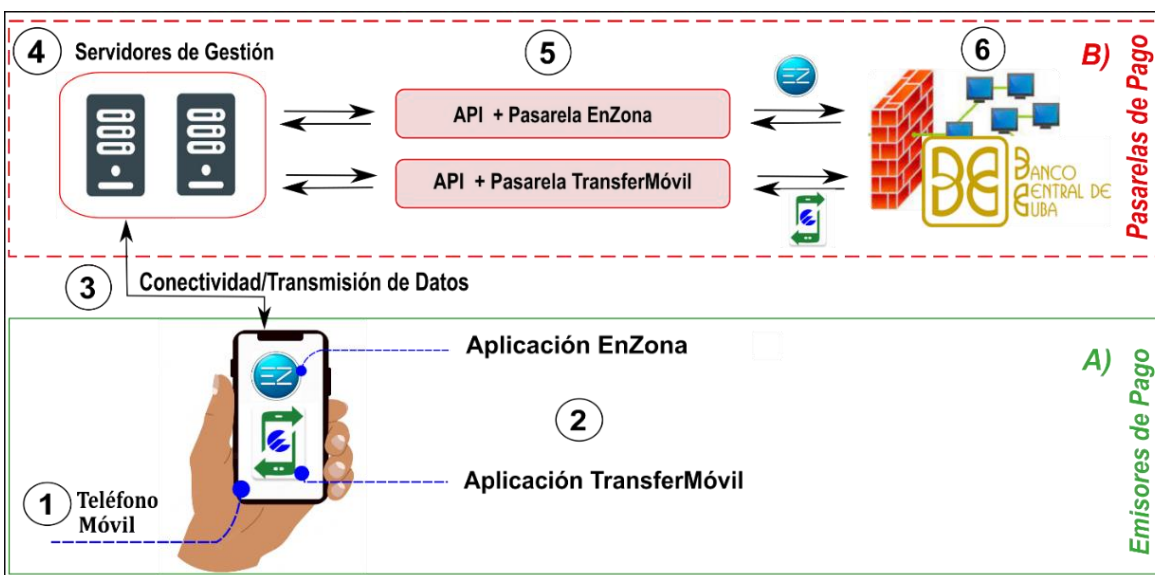


Fig. 1 Visualización de la estructura general del flujo de información existente en las principales pasarelas de pago cubanas.

En la figura 3A, los emisores de pedido de pago incluyen:

- Hardware necesario (teléfono smartphone y computadora)
- Software instalado (apps) en el hardware compatible con los protocolos establecidos por cada pasarela de pago.

En la figura 3B, las pasarelas de pago incluyen:

- Conectividad entre los emisores de pago y las pasarelas de pago. Actualmente existen dos tecnologías: Transfermóvil usa USSD (Unstructured Supplementary Services Delivery) (Carr, 2007) y EnZona usa internet (3G, 4G).
- Servidores de gestión de conexión y requisición de pagos.

- Conjuntos de aplicaciones (API) e infraestructuras que permiten transportar los datos del pedido hasta el ejecutor de los pedidos.
- Ejecutor de pedidos de pago (BCC).

Arquitectura general del ecosistema tecnológico propuesto.

El ecosistema tecnológico PosRed propuesto fue diseñado bajo la premisa de que fuera escalable y de fácil adaptación a los requisitos tecnológicos existentes en Cuba. El ecosistema PosRed introduce un POS modificado y es, en sí mismo, un nuevo emisor de pago, cuya conectividad y flujo de datos con las pasarelas de pagos serían similares a los emisores de pago actuales (figura 4A). La figura 4A detalla cada uno de los componentes que configuran al ecosistema PosRed propuesto. La figura 4B se presenta para mostrar cómo el ecosistema propuesto se conectaría con la infraestructura de las pasarelas de pago cubanas. Nótese que la solución propuesta no requiere de la realización de cambios en la arquitectura de las pasarelas de pago cubana, pues su flujograma es exactamente el mismo que se muestra en la figura 3B.

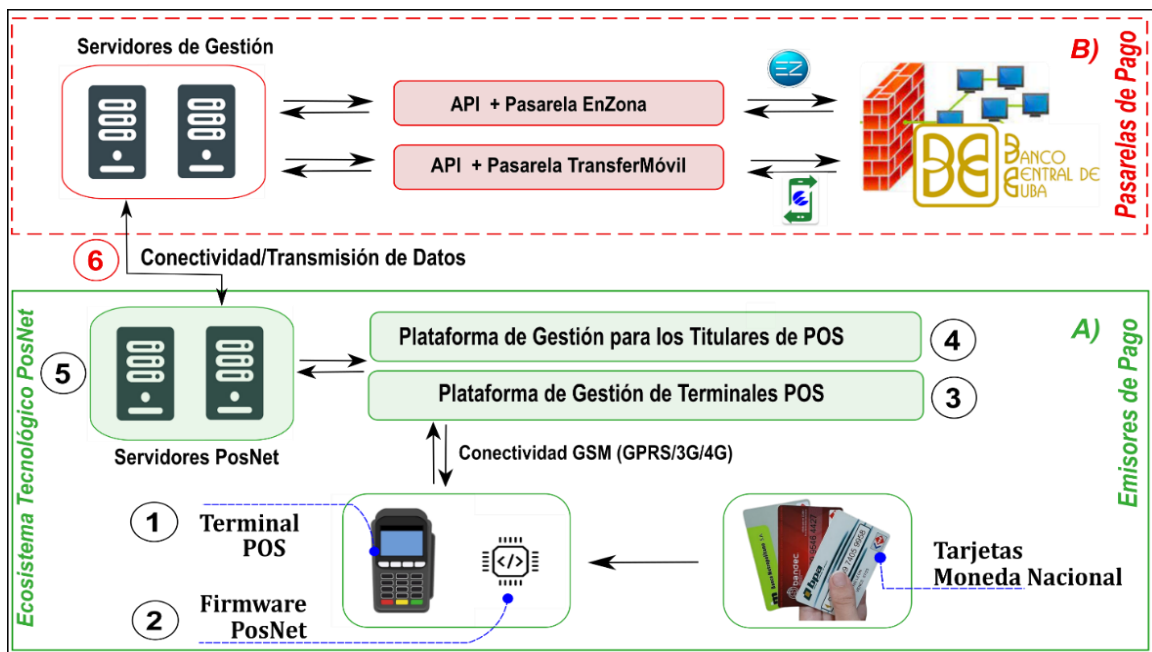


Fig. 2 Visualización de la estructura general del ecosistema propuesto como emisor de pago basado en tarjetas en moneda nacional. También se muestra una posible solución de conectividad a las pasarelas de pago cubanas.

En la figura 4ª el emisor de pago PosRed incluye:

1. Terminal POS modificado: POS inalámbrico con conectividad GSM compatible con las frecuencias de transmisión y las tarjetas SIM cubanas. Soporta operaciones con tarjetas de banda magnética, *chips* y *contactless*. Posee impresora para el comprobante de la compra y cámara frontal para la lectura de QRcode o cheques.
2. *Firmware* PosRed: *software* construido para la adaptación del *hardware* del terminal POS al contexto cubano (tarjetas cubanas, tipo de moneda, etc.). Este *software* posee las últimas tecnologías de Internet of Things (IoT) (Ruiz Jhones *et al.*, 2023a; Ruiz Jhones *et al.*, 2023b; Manimuthu, 2021) para la transmisión, serialización y encapsulación de datos.


3. Plataforma de Gestión de Terminales POS: construida para la configuración, gestión y verificación de la conectividad de los terminales IoT (POS). Esta plataforma también trasmite, recepciona y gerencia toda la información proveniente del POS para las pasarelas de pago cubanas y viceversa.
4. Plataforma de Gestión para los Titulares de POS: construida para ofrecer una herramienta a los titulares de los POS (pequeños, medianos y grandes negocios, cuentapropistas, etc.), permite a los titulares de POS gerenciar/auditar las operaciones que realizan a través de su terminal (estadísticas, informes, errores, etcétera).
5. Servidores PosRed: servidores físicos que estarían alojados en la red nacional cubana (por ejemplo, en los Centros de Datos Públicos de ETECSA), donde se hospedarían las plataformas de gestión anteriormente mencionadas (componentes 3 y 4 del ecosistema propuesto).
6. Conectividad/trasmisión de datos: conectividad a la pasarela de pago cubana a través de la Intranet local de Cuba. Este es el único ítem con el que no se realizaron experimentos, pues su diseño y ejecución depende de la aprobación gubernamental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Criterios de selección del terminal POS

Una de las fases críticas de este proyecto de investigación fue el análisis y levantamiento de requisitos del hardware, entendiéndose los terminales POS. Las características específicas del contexto tecnológico cubano exigían la selección de un hardware: que fuera completamente inalámbrico, pues su despliegue tecnológico es más rápido y escalable; que tuviera conectividad compatible con la red GSM cubana; que poseyera un firmware reprogramable para permitir la adaptación del software al contexto cubano: tarjetas nacionales y comunicación con pasarelas de pago territoriales; que dispusiera de proveedores de hardware con motivaciones y permisos de operar en Cuba. Este último ítem fue el que más desafíos exigió, debido a que la mayoría de los proveedores contactados rechazaron participar en este proyecto, justificando que operar en Cuba les generaría conflictos de intereses por las restricciones del bloqueo económico, financiero y comercial de Estados Unidos que aún sufre el país. La tabla 1 muestra una imagen real, con las características principales y especificaciones técnicas del Terminal POS elegido para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del Terminal POS seleccionado para este proyecto

Muestra	Característica	Especificación técnica
	Lectores de Tarjetas de	Lector con soporte para tarjeta de banda magnética, tarjeta de <i>chip</i> de contacto, tarjeta sin contacto.
	Conectividad	Completamente inalámbrico. Soporte WIFI: 802.11 a/b/g/n, 2.4G Soporte GSM: GPRS/3G/4G
	Cámara	Cámara para el escaneo de códigos de barras, código QR y firmas manuscritas.
	Impresora	Impresora térmica de alta velocidad, con vida útil de impresión no inferior a 50 km.
	Pantalla	Pantalla TFT de 2,8" (320 x 240), pantalla táctil resistiva.
	Batería	Batería Interna Sustituible. Con durabilidad de 48h de trabajo continuo. 3,7 V, 3000 mAh

Experimentación

Los experimentos realizados fueron orientados a la validación del *hardware* y el *firmware* (*software* del POS) construido y adaptado al contexto cubano. Se realizaron dos tipos de experimentos según muestra la tabla 2: experimentos de diseño (fuera de Cuba) y experimentos de validación (en Cuba).

Tabla 2. Resultados preliminares y desempeño del ecosistema PosRed

Experimento	Fuera de Cuba	En Cuba
Compatibilidad con Tarjetas Bancarias	UnionPay, Mastercard, Visa, American Express, Discover D-PAS. Observaciones: los experimentos con tarjetas cubanas se realizaron solamente con lectura de banda magnética, pues estas no tienen soporte para <i>chip</i> (IC) ni para el sistema <i>contactless</i> .	Banco Metropolitano, Bandec, Banco Popular de Ahorro.
Conectividad wifi	Rápida conectividad y transmisión de datos a través de tecnología wifi. Mayor experimentación debe ser realizada para ajustar problemas relacionados con desconexión temporal y reconexión automática.	
Conectividad GPRS	Experimentos realizados con tarjeta SIM IoT de ThingsMobile (tarjeta para transmisión de solo datos). Experimentación con 4G (5G no es soportado por el <i>hardware</i>)	Experimentos realizados con tarjeta SIM estándar (transmisión de datos, SMS, voz). Experimentación con 2G/3G/4G. Observaciones: la experimentación realizada en Cuba (La Habana) mostraron un deterioro en variables como: latencia, velocidad de autenticación en la red GSM y velocidad de transmisión de datos. Mayores experimentos deben ser realizados, ya que la naturaleza de la tarjeta SIM y la saturación influyen directamente en estas variables.
Tiempo de Respuesta	1-2 segundos Observaciones: entiéndase como tiempo de respuesta a la vez que utiliza un pedido de pago en viajar por toda la arquitectura propuesta y retornar con una respuesta de éxito o fracaso. La diferencia en los resultados en este apartado, dentro y fuera de Cuba, están asociados a las diferencias encontradas en la conectividad GPRS.	3-5 segundos
Duración de la batería	Se realizaron pruebas para tres casos relacionados con la frecuencia de uso del terminal POS: 1) Siempre en uso. 2) Uso moderado. 3) Uso ocasional. Los resultados mostraron una autonomía de 48 horas, 90 horas y 150 horas, respectivamente.	
Impresión de comprobante	Se adaptó el <i>firmware</i> para que soportase el idioma español en la impresión del comprobante. También se personalizaron opciones relacionadas al tipo de moneda, logotipo del comercio, tamaño del comprobante, etc.	

Características principales de la propuesta PosRed

- Terminales POS en MN: la propuesta se basa en la introducción de terminales POS inalámbricos basados en conectividad GPRS/3G/4G, como emisores de pagos en moneda nacional. Este tipo de dispositivo simplifica (de manera natural) las transacciones de los comerciantes y ciudadanos, evitando la complejidad y los costos asociados con las soluciones actuales.
- Adaptación y escalabilidad: es una solución integral que comprende *software* cubano y *hardware* adaptados a los requerimientos de los servicios financieros digitales en Cuba. Esta solución está diseñada para una integración sencilla a las pasarelas de pago existentes en el país. Además, al ser inalámbrico y explotar el

alcance de la red móvil GPRS/3G/4G cubana, es de fácil implantación, diseminación y escalabilidad, pudiendo llegar hasta los territorios más recónditos del país.

- Proveedor de *hardware*: se ha establecido una asociación con un proveedor de *hardware* asiático que posee interés en el mercado cubano y ha sido un actor activo en los experimentos realizados de esta investigación.

CONCLUSIONES

Este proyecto es una propuesta tecnológica para contribuir a la modernización de la infraestructura financiera de Cuba y promover la inclusión digital, mediante terminales POS, en todos los sectores de la economía. Los resultados alcanzados mostraron que es posible crear y adaptar un firmware de hardware para terminales de punto de venta en moneda nacional (POS), que cumpla con los requerimientos de la infraestructura y el sistema financiero cubano. El firmware propuesto, diseñado en su totalidad con software libre, otorgaría al país una independencia tecnológica al no depender de software y hardware de corporaciones privadas fuertemente establecidas en Latinoamérica en el mercado de terminales POS. Además, se constató que, por su naturaleza y diseño, el ecosistema PosRed propuesto es un emisor de pagos digitales barato, y fácilmente escalable y adaptable al sistema de pasarelas de pago existentes actualmente en Cuba.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Unión de Informáticos de Cuba (UIC) y al Comité Organizador de CiberSociedad 2023, por toda la ayuda brindada en el proceso de importación de los terminales POS usados en los experimentos. Fue una contribución invaluable para esta investigación, ya que permitió realizar los primeros experimentos de validación de esta propuesta en territorio cubano.

REFERENCIAS

- Adeoti, O. O. (2013). Challenges to the efficient use of point of sale (POS) terminals in Nigeria. *African Journal of Business Management*, 7(28): 2801.
- Alonso Falcón, R., Figueredo Reinaldo, O., Arce Montero, A., Fonseca Sosa, C., y Carmenate, R. (2023a). La bancarización será un proceso gradual y donde las condiciones lo permitan. [Artículo periodístico]. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/noticias/2023/08/09/la-bancarizacion-sera-un-proceso-gradual-y-donde-las-condiciones-lo-permitan/>
- Alonso Falcón, R., Figueredo Reinaldo, O. y Héctor Rodríguez, Y. (2023b). Pasarelas de pago e infraestructura tecnológica: Puntos claves para la bancarización. [Artículo periodístico]. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/noticias/2023/08/22/pasarelas-de-pago-e-infraestructura-tecnologica-puntos-claves-para-la-bancarizacion-video/#respond>
- Bakker, B. B., García Nunes, B., Lian, W., Liu, Y., Marulanda, C. P., Siddiq, A., ... y Vasilyev, D. (2023). The Rise and Impact of Fintech in Latin America. *FinTech Notes*, 2023(003). International Monetary Fund. Recuperado de <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/journals/063/2023/003/063.2023.issue-003-en.pdf>
- Banco Central de Cuba (2023). Información del Banco Central de Cuba [nota informativa]. Recuperado de <https://www.bc.gob.cu/noticia/informacion-del-banco-central-de-cuba/1786>

- Borrás Atiénzar, F. F. (Ed.). (2020). *La banca comercial cubana: propuestas de desarrollo*. La Habana, Cuba: Félix Varela. Recuperado de <https://www.bc.gob.cu//storage/investigaciones/August2020/fvOPxyAfVnhSBIE1Dc5j.pdf>
- Carr, M. (2007). Mobile payment systems and services: an introduction. In *Mobile Payment Forum*, Vol. 1, N° 12, pp. 1-12.
- Cruz Amarán, D. y Guerrero, M. (2019). La transformación digital y la universidad cubana. *Ciencia e Innovación Tecnológica*, XI, pp. 394-402, Edition: 2019, Chapter: 3, Publisher: Editorial Academia Universitaria y Revista Opuntia Brava.
- Data Insights (2017). The history and evolution of card payments. Recuperado de <https://www.paymentsense.com/uk/blog/infographic-evolution-of-card-payments/>
- De Luna, I. R., Liébana Cabanillas, F., Sánchez Fernández, J., y Muñoz Leiva, F. (2019). Mobile payment is not all the same: The adoption of mobile payment systems depending on the technology applied. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 931-944.
- Dyson, J. (2015). Paperless Receipt Solution (PRS) System. James Dyson Foundation.
- Figueredo Reinaldo, O. y Carmona Tamayo, E. (2018). Comercio electrónico en Cuba: Intenciones POSpuestas. [Artículo periodístico]. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/especiales/2018/10/16/comercio-electronico-en-cuba-intenciones-pospuestas-infografias/>
- Fuentes Puebla, T., Rodríguez Derivet, A., Fariñas Acosta, L., Fonseca Sosa, C. y Extremera San Martín, D. (2023). La bancarización es una respuesta estratégica a una necesidad del sistema bancario. [Artículo periodístico]. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/noticias/2023/08/16/la-bancarizacion-es-una-respuesta-estrategica-a-una-necesidad-del-sistema-bancario/>
- Guerrero Pérez, L., Vidal Pino, O., Nassif, M. E., & Moura, M. A. (2021). Observatorios sociales y dromocracia cibercultural: relaciones, dominios y estados de coexistencia. *PontodeAcesso*, 15(1/2). <https://doi.org/10.9771/rpa.v15i1/2.30661>. Recuperado de <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/30661>
- Hernández Manso, T., García Pulido, Y. A., y Quiza Sardiñas, R. (2023). Ecosistema digital para la virtualización de la gestión de ciencia, técnica e innovación. *Revista Cubana De Transformación Digital*, 4(3), 219:1-11. Recuperado a partir de <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/219>
- Kasavana, M. L. (1995). PC-based Registers: The next generation of point-of-sale technology. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 36(2), 5-55.
- Manimuthu, A., Dharshini, V., Zografopoulos, I., Priyan M., & Konstantinou C. (2021). Contactless Technologies for Smart Cities: Big Data, IoT, and Cloud Infrastructures. *SN COMPUT. SCI.* 2, 334. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00719-0>
- Manrique Betancourt, J. C. (2021). Las Nuevas Tecnologías de la Información y las comunicaciones y la informatización de la sociedad cubana. Su impacto en la Seguridad nacional. *Joven Educador*, 99-110.

- Mehr-Nezhad, M., Laidlaw, E., & Hao, F. (2023). Security Analysis of Mobile Point-of-Sale Terminals. In: Li, S., Manulis, M., Miyaji, A. (eds) Network and System Security. NSS 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13983. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39828-5_20
- Mordor Intelligence (2023). Latin America pos terminal market size & share analysis - growth trends & forecasts (2023-2028) [Industry Reports]. Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/latin-america-pos-terminal-market>
- Research and Markets (2020). Point of Sale (POS) Terminal Market - Global Outlook and Forecast 2020-2025. Recuperado de <https://www.researchandmarkets.com/reports/4986855/point-of-sale-pos-terminal-market-global#rela2-5138224>
- Research and Markets (2021a). POS Terminals and Wireless M2M (5th Ed.) Recuperado de <https://www.researchandmarkets.com/reports/5022073/pos-terminals-and-wireless-m2m-5th-edition#rela0-5138224>
- Research and Markets (2021b). Fixed POS Terminal Market - Global Outlook and Forecast 2021-2026. Recuperado de <https://www.researchandmarkets.com/reports/5306527/fixed-pos-terminal-market-global-outlook-and#rela3-5138224>
- Rolfe, A (2021). The payments landscape: How Latin Americans pay for e-commerce (post). Payments Cards & Mobile: United Kingdom. Recuperado de <https://www.paymentscardsandmobile.com/the-payments-landscape-how-latin-americans-pay-for-e-commerce/>
- Rojas-Torres, D., Kshetri, N., Hanafi, M. M., & Kouki, S. (2021). Financial technology in Latin America. IT Professional, 23(1), 95-98.
- Ruiz Jhones, A., y Vidal Larramendi, J. (2019). La Informatización de las Universidades: Reflexiones desde una experiencia cubana. Library Trends, 67(4): 669-682.
- Ruiz Jhones, A., Delgado Fernández, T., Febles Estrada, A. y Estévez Velarde, S. (Ed.). (2023a). Habilitando la transformación digital. Tomo I. La Habana, Cuba: UH. Recuperado de <https://www.bc.gob.cu//storage/investigaciones/February2023/n7QLR8C8wDmVwJZcU5mB.pdf>
- Ruiz Jhones, A., Delgado Fernández, T., Febles Estrada, A. y Estévez Velarde, S. (Ed.). (2023b). Habilitando la transformación digital. Tomo II. La Habana, Cuba: UH. Recuperado de <https://www.bc.gob.cu//storage/investigaciones/February2023/z0OAAFvH53qW7W8VyyGe.pdf>
- Trivinho, E. A dromocracia cibercultural: Lógica da vida humana na civilização mediática avançada. São Paulo: Paulus, 2007.
- Zhang, Z., Avazov, N., Liu, J., Khossainov, B., Li, X., Gai, K., & Zhu, L. (2020). WiPOS: A POS Terminal Password Inference System Based on Wireless Signals, in IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, N°, pp. 7506-7516.
- Zdravkovic, A. (1998). Wireless point of sale terminal for credit and debit payment systems. In Conference Proceedings. IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (Cat. No. 98TH8341) (Vol. 2, pp. 890-893). IEEE.

Copyright © 2024, Autores: Vidal Pino, O., Guerrero Pérez, L., Silva Torres, E., Valdés Peña, Y., Pérez Rivas, G. A.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional