

## **Potencial de los Cloudlets en el Proceso Educativo**

**Luis E. García**

Universidad de Panamá, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá, Rep. de Panamá,  
lgarcia@citicup.org

**Luis Estrada**

Universidad de Panamá, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá, Rep. de Panamá,  
lestrada@citicup.org

**Betzaida L. Rodríguez**

Universidad de Panamá, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá, Rep. de Panamá,  
brodriguez@citicup.org

**Iván Armuelles**

Universidad de Panamá, Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación, Panamá, Rep. de Panamá,  
iarmuelles@citicup.org

### **RESUMEN**

En este documento introducimos la computación en la nube, un paradigma informático relativamente nuevo, pero también muy flexible, y nos extenderemos en el concepto de los cloudlets, dispositivos que se proponen como una herramienta para aumentar el uso productivo de las computadoras en el entorno educativo no solo en escuelas con conexión a la red, sino también en aquellos lugares apartados donde normalmente una computadora no alcanzaría su potencial por la falta de Internet.

**Palabras claves:** nube, pequeña nube, dispositivos móviles, virtualización, educación

### **ABSTRACT**

In this paper we introduce the cloud computing, an informatics paradigm relatively new, but very flexible too, and we are going to expand on the concept of cloudlets, devices intended as a tool to enhance the productive use of the computers within the educational environment, not only in the schools with connection to the network, but also in those remote places where under the usual conditions a computer will not achieve its full potential due to the lack of Internet.

**Keywords:** cloud, cloudlet, mobile devices, virtualization, education

## **1. INTRODUCCIÓN**

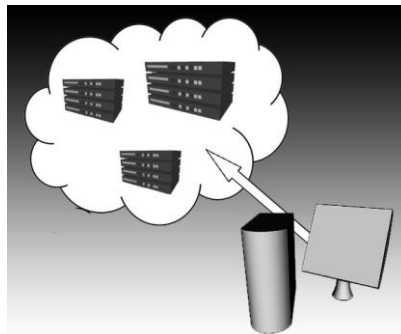
Hoy día, reducir la brecha digital es un objetivo clave para los gobiernos. No se trata solo de poner una máquina conectada a Internet en las manos de todas las personas, sino que también hace falta sepan cómo aprovechar ese recurso para aprender, comunicarse, producir y mejorar sus condiciones de vida. Entonces, para lograr este objetivo no bastará con dar la herramienta, también debemos preocuparnos por enseñar a usarla. En este documento se presenta una breve introducción del concepto 'computación en nube'. Luego se exponen las características de una nube. Con esto pasamos a definir los cloudlets, la forma en que trabajarían y los aspectos positivos y negativos. Entonces veremos cómo puede un cloudlet usarse en el entorno educativo, primeramente analizando las tendencias de las Tecnologías de Información y Comunicación, después estudiando el modelo de una escuela conectada y finalmente evaluando las aplicaciones que se pueden implementar con un cloudlet. Finalmente se describe brevemente los pasos para implementar un cloudlet y se ofrece una conclusión sobre el tema.

## 2. ACLARANDO CONCEPTOS

Desde que la expresión ‘cloud computing’ empezó a popularizarse, hemos tenido que debatir largamente sobre cómo definir una nube, las semejanzas y diferencias con una malla (grid) y el mismo concepto de nube, independientemente de su definición final, parece evadir los esfuerzos que se hacen por darle una forma definitiva, sin ir más lejos Larry Ellison, CEO de Oracle, llegó a declarar que no veía la diferencia entre lo que su compañía siempre hizo y lo que hacía con computación en nube (Armbrust et al., 2010). Esto es perfectamente normal si consideramos que la computación en nube ha surgido en medio de una época muy turbulenta y de cambios, en que la tecnología se torna obsoleta con rapidez y los avances abundan por doquier. Pero para poder dialogar sobre computación en la nube, cloudlets y las formas en que podemos aprovechar los recursos que nos ofrecen, tendremos que hacer a un lado, al menos temporalmente, algunos conceptos adquiridos previamente y observar el escenario desde el punto de vista empleado por quienes trabajan con computación en nubes. A continuación abordaremos estos conceptos.

### 2.1 NUBE

Mucha gente se pregunta ¿por qué se llama ‘nube’? No es usual relacionarlo con tecnología, pero es un término acertado, en la Figura 1 observamos un diagrama donde una máquina cliente se conecta a un grupo de servidores que pertenecen a una red remota, estos servidores se representan de manera simplificada y delimitados dentro de una especie de nube sin importar qué tipo de servicio estos servidores deben entregar al cliente o la interconexión que tienen entre ellos (Aslam, 2010). De allí la expresión en inglés ‘*cloud computing*’, que se puede traducir como ‘*computación en nube*’. La computación en nube también es conocida como ‘*computación elástica*’ o también ‘*computación utilitaria*’, expresiones que dan una idea mucho más acertada de lo que hace una nube. Pero la expresión ‘*computación en nube*’ parece gozar de un cierto aire peculiar que lo hace más popular, simple y atractivo.



**Figura 1: Una Computadora se Conecta a una Red**

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA NUBE

Las nubes suelen confundirse con las mallas, o grids, por brindar servicios parecidos y su origen común, la diferencia está más bien en el paradigma empleado para cumplir con los objetivos.

Una **nube** consiste, típicamente, en un centro de cómputo con varios miles de servidores de bajo costo. Cada servidor tiene capacidad para implementar máquinas virtuales a petición de un administrador. Estas máquinas virtuales pueden ser creadas según la demanda del usuario y pueden ser destruidas cuando ya no son necesarias. Estas máquinas virtuales pueden ser configuradas en tres niveles de servicio: *Infraestructura como Servicio* (IaaS), *Plataforma como Servicio* (PaaS) o *Software como Servicio* (SaaS). Esto le permite a un usuario el uso de una aplicación que se ejecuta en una nube con los recursos y poder de procesamiento del centro de cómputo (SaaS), disponer de una máquina con un sistema operativo listo para que le instale cualquier tipo de aplicación

que requiera (PaaS), o una máquina en blanco, donde puede instalarse desde el sistema operativo hasta las aplicaciones (IaaS), (Bojanova & Samba, 2011; Letaifa et al., 2010).

Los clientes de una nube pueden contratar servicios para una amplia gama de aplicaciones. Pueden, por ejemplo, contratar la nube para disponer de computadoras para desarrollo de software, sin la costosa inversión de equipos para sus desarrolladores, o configurar servidores de páginas web, cuya cantidad aumentará o disminuirá según la cantidad de usuarios que accedan al dominio. Esto se traduce en ahorro en equipos, y sólo se paga por los recursos que se consuman. Para lograr esto, el proveedor de nube dispone de herramientas para medir la cantidad de recursos que sus clientes han consumido, ya sea en capacidad de procesamiento, almacenamiento o tráfico de datos. Por supuesto que existen críticas al modelo de computación en nube principalmente por el factor costo del servicio (Durkee, 2010) y por las implicaciones legales y de confidencialidad al confiar información sensible a una compañía externa, en este caso el proveedor de la nube (Bisong & Rahman, 2011).

Algo que vale la pena de resaltar es cómo diferenciar una nube de un grid, lo cual suele ser difícil, pues hay dos características muy particulares de una nube que la diferencian. Primero, en una nube los recursos solo una fracción pequeña del total y sólo se aumenta si es necesario, mientras que un **grid** asigna segmentos normalmente grandes del total de recursos disponibles. Segundo, una nube tiene un administrador que controla los servidores del centro de cómputo, mientras que en un grid los servidores se organizan por varios dominios administrados independientemente (Nurmi et al., 2009).

## 2.3 EL CLOUDLET

Los **cloudlets** son pequeñas nubes. El término viene del argot meteorológico, y cuando lo aplicamos a la computación en nube, su significado cambia según el autor que se esté consultando. Así tenemos que en algunos casos un cloudlet identifica a un sub grupo de servidores dentro del centro de cómputo que alberga la nube, mientras que en otros casos será el equipo de un usuario en conjunto con el sub grupo de servidores de la nube que lo atienden, o inclusive describe conceptos que no están relacionados con computación en nube (Lin & Wang, 2009). Estos conceptos no son los que abordamos en este documento, sino el concepto postulado por M. Satyanarayanan (Satyanarayanan et al., 2009), según el cual un cloudlet es un dispositivo barato, pequeño, con conexión a Internet, interfaz inalámbrica, un procesador de múltiples núcleos, configurado como una nube por sí solo y con mínimos requisitos de mantenimiento. Estas características técnicas son fáciles de conseguir hoy día para una computadora de mediano costo. El objetivo de un cloudlet como este es poder generar máquinas virtuales para clientes móviles y ligeros, tal como Tablets y Smartphones, que se conectan al cloudlet por medio de una red inalámbrica local. De este modo, estos dispositivos móviles pueden trasladar las tareas de procesamiento más pesadas al cloudlet, ahorrando así carga de la batería, e interactuarían con el cloudlet por medio de un escritorio remoto que estaría disponible no solo en la vecindad del cloudlet, sino en cualquier lugar donde se disponga de conexión a Internet. Estos cloudlets propuestos presentan ventajas y desventajas que conviene analizar.

### 2.3.1 VENTAJAS DE UN CLOUDLET

Como ventajas podemos mencionar la reducción del tiempo de latencia en la comunicación entre el dispositivo móvil y un centro de cómputo remoto, brindar la capacidad al móvil de conectarse a Internet por medio de una red inalámbrica local (más rápida que la conexión ofrecida por 3G y 4G), aumentar la capacidad de procesamiento del dispositivo móvil, brindar protección contra pérdida de datos por pérdida o robo del dispositivo, bajo costo de mantenimiento y una plataforma de trabajo ubicua (Satyanarayanan et al., 2009).

### 2.3.2 DESVENTAJAS DE UN CLOUDLET

Para entender las desventajas, podemos evaluar a un proveedor de nube cualquiera. Elijamos a Google®, el cual brinda servicios de nube tanto gratuitos como por pago. El sector que más clientes tiene es, indudablemente, el gratuito. Aunque esto no implica necesariamente que sea el que mayor ganancia por cliente genere. Si Google® decide instalar cloudlets y poner sus ventajas a disposición de sus clientes, tendría que colocar una cantidad muy

grande de cloudlets para cubrir a la mayoría, y aún quedarían bastantes clientes sin poder acceder directamente a un cloudlet. Adicionalmente, la única manera razonable de recuperar esa inversión sería cobrando por usar la infraestructura, lo cual a su vez genera más obstáculos que solventar. En resumen, la mayor desventaja de un cloudlet consiste en que no siempre hay una relación costo/ganancia conveniente para el proveedor de una nube. También hay que tomar en cuenta que un cloudlet tendrá una capacidad mucho menor de la que dispone un centro de cómputo, por lo que debe ser planificado acorde a los usuarios que se esperan.

### 2.3.3 CAMPOS DE INTERÉS PARA UN CLOUDLET

Ya que se descarta la posibilidad de que un gran proveedor de servicios de nube se interese en instalar cloudlets, podemos evaluar otros posibles campos donde se les pueda sacar provecho. Una posibilidad interesante está con los operadores de telefonía celular, quienes podrían garantizar acceder a datos a alta velocidad y otros servicios agregados en determinadas zonas, por un costo adicional. Otra aplicación posible está en una empresa pequeña, con poco presupuesto para invertir en una nube propia pero que no está dispuesta a contratar una nube de un proveedor, tal vez para mantener independencia en el área informática. O un usuario doméstico que desea interconectar los dispositivos móviles de la familia en una plataforma común.

La aplicación que nos interesa evaluar en este documento se ubica en el área educativa. En la siguiente sección abordaremos las necesidades modernas en el campo educativo que pueden beneficiarse con la implementación de cloudlets.

## 3. APLICANDO LOS CLOUDLETS AL ENTORNO EDUCATIVO

El impacto de la computación en nube en la educación (Katzan Jr., 2010) y las economías emergentes (Greengard, 2010) ha sido analizado y ha dado conclusiones positivas a los autores, y por otro lado la tendencia va rumbo a dispositivos móviles. Combinar la computación en nube con los dispositivos móviles crea una herramienta poderosa para la plataforma educativa, como veremos a continuación.

### 3.1 TENDENCIAS DE LAS TIC

Estamos familiarizados con la tendencia de incluir las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) en la educación moderna. A medida que Internet ha aumentado su porcentaje de penetración globalmente, su influencia se extiende en todas las capas de la sociedad, y la educación apoyada en las TICs es un objetivo fundamental de los gobiernos y organizaciones en pro de la educación.

Podemos mencionar el ejemplo de los hitos que se han dado en la República de Panamá en cuanto a poner las TICs al alcance de la población:

- Se han abierto al año 2011 un total de 216 Infoplazas en el país por parte de la SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, institución autónoma de la República de Panamá encargada de convertir la ciencia y tecnología en herramientas de desarrollo sostenible), donde la población puede acceder a Internet, servicios informáticos, cursos y plataformas de aprendizaje a bajo costo (Senacyt, 2012).
- La ‘Red Nacional de Acceso Universal a Internet’, también conocida como ‘Red Nacional de Internet’ o ‘Internet para Todos’, está estipulada para dar cobertura de inalámbrico gratuito a Internet para 1.7 millones de habitantes en su primera fase, y la segunda debe brindar cobertura suficiente para 2.3 millones de personas. A la fecha, los datos de la Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental indican que un 80% del territorio nacional tiene cobertura y que diariamente la usan más de 4,500 usuarios (Autoridad Nacional Para la Innovación Gubernamental, 2011).
- En el año 2011 la Autoridad de Innovación Gubernamental anunció la computadora portátil Balboa, con una inversión de \$11.2 millones por 95,000 unidades, de construcción resistente y un repertorio de características técnicas bastante completo, junto con el plan de distribuirlas gratuitamente entre los estudiantes de la República de Panamá en los próximos tres años (Nacional, 2011).

### 3.2 UNA ESCUELA CONECTADA

Podemos crear un escenario basado en la tendencia expuesta en 3.1, donde cada estudiante llevará en su mochila no solamente sus cuadernos y libros, sino también un dispositivo portátil con capacidad de conectarse a una red inalámbrica. El siguiente objetivo que debemos plantear es ¿cómo podemos sacarle el mayor provecho a esos dispositivos portátiles? Podemos implementar una estructura que contenga los siguientes elementos:

- Libros de texto digitales. En lugar de distribuir copias impresas, se puede hacer una biblioteca digital que los estudiantes y docentes podrán consultar desde sus computadoras. Igualmente, cualquier actualización o corrección que se haga al libro puede ser distribuida rápida y económicamente. También hay que subrayar que esto representa una economía inmediata en gastos de papel, impresión, distribución y almacenamiento.
- Plataforma de evaluación en línea. De este modo las calificaciones son puestas a disposición del estudiante y los acudientes tan pronto como el docente la asigne, y el cierre del periodo académico se agilizará al tratar las calificaciones digitalmente.
- Foros y mensajería. Al disponer todos los estudiantes y docentes de los medios para mantenerse comunicados, se pueden organizar grupos de discusión donde se compartan preguntas, ideas y nueva información sobre los temas tratados en clase, y de igual manera se puede hacer llegar consultas más directas tanto a los docentes como a los compañeros por medio de correos o mensajes instantáneos.
- Repositorio de recursos didácticos adicionales como: lecturas, dinámicas, guías de laboratorio, presentaciones, vídeos o software.
- Herramientas para que los estudiantes puedan crear sus propias páginas web con los resultados de sus proyectos, actividades y talentos, ya sea individualmente o en grupo.

Al trabajar en el desarrollo de esta plataforma, podemos inferir rápidamente que, dada la cantidad de usuarios y la diversidad de los servicios, la elección de una nube como infraestructura de trabajo es lógica. Sin embargo, debemos considerar ciertos factores. Por ejemplo, no todas las escuelas del país podrán acceder a una Internet de alta velocidad, los puntos más alejados del centro de cómputo estarán impactados por una latencia más alta (tiempo que tarda un mensaje en llegar a su destino). También podemos percatarnos de que la demanda del servicio estará concentrada en las horas del día en que se den clases, lo cual puede crear un cuello de botella en el centro de cómputo.

### 3.3 USANDO UN CLOUDLET EN LA ESCUELA

Si tomamos una escuela que puede acceder a Internet (posiblemente intermitentemente o limitada), con una población estudiantil que tiene su dispositivo móvil, ya sea una computadora portátil, una Tablet o un Smartphone, entonces podemos considerar la utilidad de incorporar cloudlets en la estructura tomando como base las características expuestas en 3.2 y tendremos las siguientes funciones que se pueden implementar en un cloudlet (o más, si hace falta):

- Serviría como servidor espejo (mirror) de los todos archivos pertinentes a las clases, ya sea libros de texto, artículos o lecturas suplementarias. De este modo, no haría falta aumentar el tráfico de Internet de la escuela, y los archivos descargarían directamente desde la red local, ergo la descarga sería mucho más rápida.
- Prestaría un puente local para acceder a la plataforma de evaluación en línea, reduciendo la carga de los servidores principales, aumentando el tiempo de respuesta y economizando el tráfico de Internet de la escuela.
- Puede manejar los sistemas de foros y mensajería localmente, y solo se intercambiaría entre los cloudlets y los servidores principales el contenido de los mensajes, los cuales consisten en paquetes de datos relativamente cortos. Nuevamente, reducimos el uso de la Internet manteniendo la mayor parte del tráfico en la red local del edificio.

- Colocar laboratorios virtuales, simulaciones y vídeos educativos dentro del cloudlet permitiría acceder rápidamente a estos recursos a los estudiantes y docentes, y una vez más tenemos que no hace falta cargar la conexión de Internet.
- Se puede crear laboratorios de informática virtuales, donde los estudiantes podrán aprender a programar libremente usando máquinas virtuales, desarrollando aplicaciones, páginas web y bases de datos. También pueden explorar conocimientos avanzados como instalación de sistemas operativos, configuración de servidores web, configuración de redes y seguridad. Todo eso sin la necesidad de instalar un laboratorio físico costoso.
- Los cloudlets pueden ser equipados con aplicaciones de apoyo didáctico para cualquier asignatura, que pueden ser desarrolladas como proyectos de software libre (por ejemplo, en las universidades), almacenados en servidores centrales y descargados automáticamente por los cloudlets, los cuales a su vez lo pondrán a disposición de los usuarios.
- Los estudiantes y docentes pueden usar equipos livianos, económicos y de bajo consumo de corriente, toda vez que las aplicaciones en general se ejecutan en los cloudlets, no en los equipos móviles. Esto reduce la inversión en equipo por usuario.
- La supervisión de los estudiantes se facilitaría, al brindar la posibilidad de instaurar herramientas de control de asistencia a clases, usando para ello los registros de conexión a la red y de sesión en las aplicaciones.

### 3.4 IMPLEMENTAR TODOS ESOS RECURSOS EN UN CLOUDLET

Conceptualizar sobre qué puede tener un cloudlet para ser un aliado valioso en las tareas educativas resulta un ejercicio relativamente sencillo, consistente en elaborar una lista de todas las cosas que uno desearía ver disponibles en la pantalla de una computadora ubicada en el aula de clases. Llevarlo a la práctica requiere de un esfuerzo más complejo, pero que se puede dividir en tareas más puntuales.

#### 3.4.1 HARDWARE

Hoy día no podemos entrar a una tienda y comprar un cloudlet. No existen en el mercado. Por lo que la primera tarea consiste en armar uno, sin embargo no es una tarea imposible. Los componentes de un cloudlet son los mismos que hallamos en una computadora de escritorio común y corriente, excepto por las especificaciones técnicas de algunos componentes, como un procesador con varios núcleos (existen en el mercado procesadores de dos y cuatro núcleos disponibles al público), mucha memoria, una tarjeta inalámbrica y el sistema operativo apropiado, que debe ser una variante de Linux para economizar en gastos y poder usar un software de control de nube gratuito, tal como Eucalyptus (Nurmi et al., 2009), el cual es una aplicación que implementa y administra nubes. Con estos elementos ya se puede empezar a formar una plataforma de cloudlet.

#### 3.4.2 CONTROLADOR DE NUBE

Una plataforma como Eucalyptus puede ser configurada para brindar los servicios de nube, pero es esta configuración debe ser adaptada a la realidad de un cloudlet: se trata de una única máquina que se comportará como un centro de cómputo, cuando el enfoque usual requiere de al menos dos servidores. Sin embargo, Eucalyptus es una aplicación de código abierto, lo cual significa que se puede modificar para adaptarlo a nuestras necesidades.

#### 3.4.3 APLICACIONES Y CONTENIDOS

En 3.3 se listaron muchas funciones que se podían implementar en un cloudlet. Actualmente existen aplicaciones que hacen muchas de estas tareas, muchas de ellas son gratuitas, y otras simplemente no existen. Es preferible contar con aplicaciones gratuitas y de código abierto por la economía que representan y la posibilidad de alterar el programa para adaptarlo mejor a nuestras necesidades. El reto consiste entonces en dos partes:

- Recopilar todo el contenido gratuito útil para configurarlo en la estructura de un cloudlet
- Desarrollar nuevos contenidos, también gratuitos, para implementar las funciones que se desean.

Ambas tareas pueden realizarse con relativa rapidez si se realizan como proyectos comunitarios donde, por ejemplo, las universidades del país integran el núcleo de trabajo, y se invita al resto de la comunidad mundial a participar en el desarrollo de las aplicaciones. De modo semejante se han desarrollado proyectos exitosos, como el de la Fundación de Software Apache, responsable del servidor web más usado del mundo (Foundation, 2012).

#### **4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO**

Para verificar el potencial de los cloudlets, el proyecto de investigación ha llegado a la etapa en que se desarrolla un prototipo funcional usando los equipos disponibles en el laboratorio. Se trata de computadoras con procesador Intel de cuatro núcleos corriendo a 2.66GHz, con 4GB de memoria RAM instalada, tarjeta de red capaz de alcanzar 1Gbps y tarjeta inalámbrica 802.11n. Para facilitar el proceso de desarrollo, se ha instalado una distribución Linux Ubuntu 11.10 cargando enteramente desde una memoria USB de 4GB y en ella se ha instalado el paquete Eucalyptus, que es un gestor de nube de código abierto y gratuito.

Se ha elegido trabajar con la instalación en memoria USB porque no es invasivo con el disco duro de la computadora, luego de las pruebas se puede seguir usando el equipo normalmente, y también permite disponer de una plataforma portátil que se puede llevar a cualquier laboratorio, dando flexibilidad de ubicación.

El sistema en este estado se encuentra listo para empezar la configuración de un cloudlet de prueba. Las demás computadoras en el laboratorio también tienen interfaz inalámbrica, por lo que podrán ser usadas para probar el desempeño del cloudlet con equipos conectados por Wi-Fi.

En etapas posteriores se desarrollará un paquete de aplicaciones que use la infraestructura provista por el cloudlet e incluya en el código herramientas de monitoreo para probar y registrar el desempeño del sistema en tiempo real. Según el desempeño que se registre, se podrá empezar a montar aplicaciones de entorno educativo. Se está considerando la plataforma Poodle, que consiste en una aplicación de código abierto que permite crear y administrar cursos en línea (Technologies, 2010). Entre las ventajas que tendrá usar Poodle se pueden enumerar dos: puede ejecutarse desde una memoria USB y los cursos pueden ser accedidos sin que las máquinas en la red cuenten con conexión a Internet. Esto ayudará a simular el desempeño en un entorno carente de conexión a la red global.

#### **5. CONCLUSIÓN**

Hemos hecho un recorrido simplificado de la computación en nube a los cloudlets, para presentar los beneficios que se pueden obtener de la implementación de cloudlets en el área educativa. Muchas ideas adicionales se pueden desprender de todo lo expuesto en este documento. Por ejemplo, puede llamar la atención que muchos de los beneficios de disponer de un cloudlet en una escuela implican una reducción en el uso de la conexión a Internet. Puede parecer trivial a simple vista, pero no debemos olvidar que hay un porcentaje importante de centros de enseñanza que se encuentran en áreas remotas, donde acceder a Internet puede resultar costoso y restringido. En lugares así, optimizar el uso de la conexión es importante. También tenemos la posibilidad de que no exista conexión a Internet más que de manera esporádica, o quizá sea nula. En estos casos, aún es posible colocar un cloudlet cargado con información y los estudiantes podrán acceder a un gran número de herramientas y contenidos.

Otra de las ventajas del cloudlet es su economía: el software es gratuito, no hará falta un técnico de planta para darle mantenimiento, sería fácil reemplazarlo en caso de falla y pueden usarse con dispositivos móviles de bajo costo.

Finalmente, existe una gran interrogante: ¿si tuviésemos un cloudlet aquí y ahora, realmente qué podemos hacer con él? La respuesta es ‘muy poco’. No tenemos un listado de software para instalarle, y muchas de las aplicaciones tal vez no existen o todavía no podrán instalarse correctamente en un cloudlet. Pero este punto hay que mirarlo a futuro. Empezando con un objetivo o dos, la red nos permite iniciar una comunidad internacional que desarrolle una gran cantidad de software educativo, y que estaría disponible globalmente. Ése es el espíritu

que permitió a la Internet convertir al vasto planeta tierra en una aldea global, donde todos estamos a un ‘click’ de distancia. Solo hace falta dar el primer paso.

## 6. AGRADECIMIENTO

Se agradece al personal del Centro de Investigación de Tecnologías de Información y Comunicación de la Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación de la Universidad de Panamá, por permitir utilizar sus instalaciones, para el desarrollo de esta investigación, y al Proyecto de Cooperación Inter-universitaria PCI A1/035129/11 de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID)

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al apoyo de la Secretaría Nacional de Ciencias y Tecnología de la República de Panamá, con los fondos de la partida 345.99.000.000000.005 destinados al programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería de Comunicaciones con Énfasis en Redes de Datos.

## REFERENCIAS

- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G. (2010). “A view of cloud computing”. *Communications of the ACM*, Vol. 53, No. 4, pp50–58.
- Aslam, U. (2010). “Open Source Private Cloud Computing”. *Institute of Interdisciplinary Business Research*, Vol. 2, No.7, pp399-408.
- Autoridad Nacional Para la Innovación Gubernamental. (2011). Red Nacional de Acceso Universal. *Proyectos*. Retrieved from <http://www.innovacion.gob.pa/RNIPanama>, 03/15/12 (date accessed)
- Bisong, A., & Rahman, M. (2011). “An Overview of the Security Concerns in Enterprise Cloud Computing”. *Arxiv preprint arXiv:1101.5613*, Vol. 3, No. 1, pp30-46.
- Bojanova, I., & Samba, A. (2011). “Analysis of Cloud Computing Delivery Architecture Models”. *2011 IEEE Workshops of International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, pp453-458.
- Durkee, D. (2010). “Why cloud computing will never be free”. *Communications of the ACM*, Vol. 53, No. 5, pp62-69.
- Foundation, T. A. S. (2012). How the ASF works. Retrieved from <http://www.apache.org/foundation/how-it-works.html>, 03/15/12 (date accessed)
- Greengard, S. (2010). “Cloud computing and developing nations”. *Communications of the ACM*, Vol. 53, No. 5, pp18-20.
- Katzan Jr, H. (2010). “The Education Value Of Cloud Computing”. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, Vol. 3, No. 7, pp37–42.
- Letaifa, A. B. E. N., Haji, A., Jebalia, M., & Tabbane, S. (2010). “State of the Art and Research Challenges of new services architecture technologies: Virtualization, SOA and Cloud Computing”. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, Vol. 3, No. 4, pp69-88.



Lin, T., & Wang, S. (2009). "Cloudlet-screen computing: A multi-core-based, cloud-computing-oriented, traditional-computing-compatible parallel computing Paradigm for the masses". *Multimedia and Expo, 2009. ICME 2009. IEEE International Conference on* (pp. 1805–1808). IEEE.

Nacional, R. (2011). Gobierno regalará 100 mil computadoras. *La Estrella de Panamá*. Retrieved from <http://www.laestrella.com.pa/online/impreso/2011/09/24/gobierno-regalara-100-mil-computadoras.asp>, 03/15/12 (date accessed)

Nurmi, D., Wolski, R., Grzegorzcyk, C., Obertelli, G., Soman, S., Youseff, L., & Zagorodnov, D. (2009). "Eucalyptus: an open-source cloud computing infrastructure". *Journal of Physics: Conference Series, 180*, 012051.

Satyanarayanan, M., Bahl, V., Caceres, R., & Davies, N. (2009). "The case for vm-based cloudlets in mobile computing". *IEEE Pervasive Computing*. IEEE Computer Society. Vol. 1, No. 4, pp14-23.

Senacyt. (2012). INFOPLAZAS SENACYT. Retrieved from <http://www.senacyt.gob.pa/infoplazas/>, 03/15/12 (date accessed)

Technologies, M. L. (2010). Poodle. Retrieved from <http://www.maflt.org/products/poodle>, 03/16/12. (date accessed)

### ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*