

Utilizando la Raspberry Pi para generar una solución de acceso a Cuestionarios Educativos desde Dispositivos Móviles

Rocío A. Rodríguez, Pablo Cammarano, Daniel A. Giulianelli, Pablo M. Vera, Artemisa Trigueros, Luciano J. Albornoz

CÓMO REFERENCIAR ESTE ARTÍCULO:

Rocío A. Rodríguez, Pablo Cammarano, Daniel A. Giulianelli, Pablo M. Vera, Artemisa Trigueros, Luciano J. Albornoz. "Using Raspberry Pi to create a solution for accessing Educative Questionnaires from Mobile Devices", IEEE-RITA, Nov. 2018, Volume 13, Issue 4, Pages AA-BB

DOI: <https://doi.org/...>

Title—Using Raspberry Pi to create a solution for accessing Educative Questionnaires from Mobile Devices

Abstract—Raspberry Pi has the capability of being configured as an access point and as a web server, so it can be used for creating applications that can be access from mobile devices without needing an internet connection. Proposal is based on the possibility for students to answer questionnaires from their mobile devices. Answers can be observed in real time by the teacher. This solution creates dynamism integrating the existing mobile devices in the classroom. This is addressed by explaining the features in terms of used hardware and software, as well as the functional tests performed and their implementation allowing replication.

Index Terms—Raspberry Pi, mobile devices, teaching resources, questionnaires

I. INTRODUCCION

LOS avances tecnológicos han llegado para quedarse. Actualmente forman parte de nuestras vidas haciendo más sencillas algunas tareas y modificando la forma de realizar otras. Este cambio se ve en todos los ámbitos y ha sido impulsado principalmente por los dispositivos móviles

Manuscrito recibido el día de mes de año; revisado día de mes de año; aceptado día de mes de año.

English versión received Month, day-th, year. Revised Month, day-th, year. Accepted Month, day-th, year.

R. A. Rodríguez, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (e-mail: rocio.rodriguez@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

P. Cammarano, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (e-mail: pcammarano@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

D. A. Giulianelli, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (e-mail: dgiulian@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

P. M. Vera, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (corresponding author - e-mail: pvera@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

A. Trigueros, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (e-mail: pcammarano@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

P. M. Luciano J. Albornoz, is with the National University of La Matanza, Buenos Aires, Argentina (e-mail: pcammarano@unlam.edu.ar). (<https://orcid.org/...>)

que en todo momento nos brindan conectividad, interacción y contenidos que antes solo estaban disponibles en lugares específicos. Por ejemplo, para ver una película o un video era necesario estar en casa frente al televisor o en el cine, para enterarse de las noticias se acudía exclusivamente a la radio, televisión o al diario impreso. Hoy esas costumbres han cambiado y las personas acceden a esos contenidos en cualquier momento y en cualquier lugar desde sus teléfonos móviles.

“El auge de la tecnología de la información y de la comunicación, desde la creación del televisor y el uso doméstico del video, hasta la llegada de Internet a las instituciones educativas, obliga hoy a los docentes a planificar la instrucción con algo más que una pizarra, una transparencia y un libro. Independientemente del nivel al cual esté dirigida la enseñanza, es imperativo incluir alguno de los medios que se derivan del avance tecnológico, pues éstos, se quiera o no, forman parte del quehacer cotidiano en tanto que resuelven gran parte de las necesidades comunicativas e informativas, sobre todo las de los más jóvenes quienes, en buena medida, constituyen el grupo de alumnos a los que hay que educar empleando los recursos de su contexto de vida” [1]. “Los alumnos de nuestras aulas están cambiando, en gran medida como resultado de sus experiencias con la tecnología fuera de la escuela, y ya no están satisfechos con una educación que no se dirige de forma inmediata al mundo real en el que viven” [2].

Las nuevas tecnologías contribuyen frecuentemente a la mejora de la clase, pudiendo facilitar procedimientos que pueden ser tediosos tanto para docentes como para alumnos, incrementando la motivación del alumnado y el grado de participación de los mismos en la clase. Más aún cuando los alumnos son “nativos digitales”. Prensky describe las características de los nativos digitales [3]:

- Quieren recibir la información de forma ágil e inmediata.
- Se sienten atraídos por multitareas y procesos paralelos.
- Prefieren los gráficos a los textos.
- Se inclinan por los accesos al azar (desde hipertextos).
- Funcionan mejor y rinden más cuando trabajan en Red.
- Tienen la conciencia de que van progresando, lo cual les reporta satisfacción y recompensa inmediatas.

- Prefieren instruirse de forma lúdica a embarcarse en el rigor del trabajo tradicional.

Muchas de estas características pueden observarse en el aula, por ejemplo: ante la alternativa de leer un texto ó ver un video que lo explique, preferirán la segunda opción; pero si el video dura demasiado tiempo existe una alta probabilidad que no lo vean totalmente. “El consumo en nuestra sociedad de los instrumentos tecnológicos como la televisión y los ordenadores, los cuales no exigen el mismo grado de atención, inferencia, interpretación e integración de ideas que la lectura, ha hecho que ésta última vaya en disminución” [4]. Es decir, están acostumbrados a la inmediatez de la información y al tener la posibilidad de escoger distintas formas de llegar a la misma, siempre la forma visual será la preferida.

Es importante aclarar que cada generación tiene características que son positivas y otras que son negativas, lo importante es poder aprovechar las características positivas de los nativos digitales para mejorar las clases e incrementar el uso de las TIC.

Puede verse claramente en el aula la buena aceptación de las tecnologías, la lectura de los ejercicios desde un teléfono móvil, tablet... por sobre la guía impresa. Los alumnos están acostumbrados a tener el teléfono móvil todo el tiempo consigo y aprovecharlo para leer y tomar fotos de la pizarra cuando no les alcanza el tiempo para copiar. Nuestros alumnos en su mayoría son nativos digitales y esto no debe ser ignorado. Tomando como referencia a la cátedra de Fundamentos de TICs, que es una materia del primer año de las carreras de Ingeniería que se ofrecen en la Universidad Nacional de La Matanza (Civil, Electrónica, Industrial, Informática), puede observarse que la mayor parte de los alumnos que cursan actualmente la materia tienen entre 18 y 20 años (ver Tabla I).

No cabe duda que es necesario poder utilizar las TIC y que las mismas no solo sean incorporadas por los alumnos sino también por los docentes en sus clases. “Las competencias en materia relativa a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la sociedad actual son imprescindibles para el desarrollo de una ciudadanía activa para la formación de los futuros docentes, en cuyas manos está el desarrollo de dichas competencias en los jóvenes desde edades tempranas” [5]. En este artículo se presenta una propuesta, utilizando equipamiento de bajo costo, mediante la cual el alumnado puede acceder a cuestionarios (incluso en espacios donde no esté disponible la conectividad a internet) y contestar preguntas previstas para la clase, que sirvan como motor de las siguientes actividades que se realizarán más adelante.

TABLA I
RANGOS ETARIOS DE LOS ALUMNOS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA

Rangos de Edad	Porcentaje
18-20	60,19
21-23	23,22
24-26	7,52
27-29	2,82
30-32	3,45
33-35	0,94
36-38	1,57
39-41	0,31

El presente artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se muestra un relevamiento de la literatura indicándose artículos relacionados, en la sección 3 se explica que es la Raspberry Pi (RPI) y cuáles son sus características, en la sección 4 se explica la propuesta a realizar, en la sección 5 los pasos a seguir para lograr utilizar la Rpi como servidor de contenidos incluyendo una aplicación desarrollada para el monitoreo del rendimiento (vinculado con la conectividad de usuarios móviles a la RPi), en la sección 6 se presenta un resumen de los software existentes que cumplen con los requerimientos planteados y permiten generar cuestionarios y encuestas, comparándose tres de ellos. Luego de la comparación se selecciona un software y dado que se cuenta con el código fuente de dicho software fue posible realizarle modificaciones las cuales se abordan en esa sección así como también la manipulación de los datos de resultado para visualizarlos en forma gráfica y en tiempo real. En la sección 7 se explica la facilidad de replicar la solución en otras RPi generando una imagen de la memoria interna. Finalmente, en la sección 8 se presentan los resultados obtenidos y en la sección 9 las conclusiones y los trabajos futuros.

II. REVISION DE LA LITERATURA

La Raspberry Pi es una computadora de placa única muy versátil, pequeña y económica que ha proporcionado una accesible y potente solución a los usuarios de numerosas partes del mundo. Sus características de hardware y la posibilidad de utilizar software libre le permitieron implementaciones en distintas áreas entre las que se destacan las aplicaciones a la educación. Dentro de esta área del conocimiento existen numerosas investigaciones que aplican Raspberry Pi en variados momentos del proceso educativo, por ejemplo: desarrollo de una “clase inteligente”, hardware para trabajos de laboratorio y estudio, construcción de redes y aplicaciones para la educación en países en desarrollo.

El tema de “Clase Inteligente” es abordado por varios autores. En el año 2001, el trabajo [6], ya planteaba este concepto integrando dispositivos para capturar audio, video, diapositivas y notas a mano, entre profesores y alumnos, facilitando el estudio y permitiendo compartir conocimientos, repasar clases, etc. Con el correr del tiempo, el perfil de los alumnos y de los docentes ha incorporado el uso de dispositivos móviles, casi como una extensión de la persona, en consecuencia, los trabajos de investigación fueron incorporando los móviles en sus diseños de clase inteligente. En [7] se aborda el diseño de una clase activa, donde los alumnos realizan aprendizaje colaborativo, a través de dispositivos móviles y fijos, incluyendo el uso de equipo audiovisual, proyectores y pizarras interactivas para facilitar la interacción entre alumnos y profesores. El trabajo [8], por su parte, agrega al concepto de Clase Inteligente el uso de Raspberry Pi. En este trabajo, el profesor inicia la grabación desde su smartphone, mediante una aplicación Python en la Raspberry Pi; al finalizar se sube a un servidor o a una aplicación Android. Adicionalmente, permite controlar la asistencia y desempeño en clase de los alumnos. El artículo [9] muestra el estado actual del diseño de una

plataforma para una clase inteligente mediante los dispositivos móviles de docentes y alumnos. La Raspberry Pi se ubica, conectada al server y a los periféricos. Por otra parte [10] también muestra la utilización de la Raspberry Pi para grabar las clases mientras están siendo dictadas en formato audio utilizando un micrófono Bluetooth y enviando archivos por la red, que están disponibles, para que el alumno escuche las clases si estuvo ausente, las repase, etc.

La inclusión de Raspberry Pi como parte de trabajos en laboratorio y prácticas dentro de las carreras de ingeniería, ha tenido un gran desarrollo en los últimos años. El objetivo de [11] es mostrar el rol de la Raspberry Pi en cursos de ciencias de la computación de nivel universitario, así como en eventos extracurriculares en distintas universidades. La Raspberry Pi permite que los alumnos lideren su propia educación, pudiendo experimentar sin temor, cada aspecto del software y el hardware siguiendo guías de estudio. Los autores de [12] han implementado sus cursos de ingeniería electrónica e informática para la creación de circuitos y sistemas embebidos utilizando Arduino, Raspberry Pi y BeagleBone como placas de microprocesadores. El perfil del alumno actual hace habitual la utilización constante de dispositivos móviles como smartphones y tablets. Esta característica es capitalizada por [13], donde han desarrollado un laboratorio remoto para realizar prácticas dentro de la materia de Sistemas de Ingeniería y Control Automático. En [14] se describe una poderosa y económica plataforma de implementación de algoritmos de control, que consiste en una placa Arduino y una Raspberry Pi, permitiendo a los alumnos desarrollar y verificar los algoritmos de control en casos reales. En el artículo [15] se ha implementado con Raspberry Pi un modelo de enseñanza y su metodología, con el objetivo de desarrollar la creatividad y el espíritu empresarial en los alumnos.

Internet está impregnando muchas de las cosas que nos rodean. El concepto de Internet de las Cosas (Internet of Things IoT), se refiere al reconocimiento, estado, ubicación, etc. de objetos (cosas) por medio de computadoras, sin intervención humana (por ejemplo: artículos del hogar, vehículos, hasta mascotas, etc.). El trabajo [16] aborda el tema de formar graduados universitarios que estén preparados para trabajar en esta nueva tendencia mundial. La investigación propone una pedagogía basada en el constructivismo, consistente en una Raspberry Pi con posibilidad de conectar a más de 30 dispositivos para realizar una gran variedad de aplicaciones para IoT.

El proyecto de [17] desarrolló OPEN (Prototipo Abierto para NanoSatélites Educativos), que incluyen a Raspberry Pi en la tarea de computadora de abordo, que es la encargada de coordinar y manejar todas las funciones de la nave espacial. Este proyecto ofrece gratis los planes de estudio de construcción, pruebas y operación de nano satélites.

También se han realizado aplicaciones de MATLAB y redes de Control de Acceso al Medio MAC utilizando Raspberry Pi, [18] presenta esta utilización de Raspberry Pi aplicada al estudio de la capa de enlace en el modelo ISO OSI, para nivel secundario y universitario. Debido a que Raspberry Pi soporta a MATLAB y Simulink, la convierte

en una herramienta dúctil y eficaz para la implementación de aplicaciones, por ejemplo, el desarrollo de una red de acceso inalámbrico con protocolos MAC flexibles definidos por el usuario.

Asimismo, la educación en países en desarrollo puede beneficiarse con la incorporación de aplicaciones de Raspberry Pi. En [19] se describe el sistema EPI (prototipo basado en Raspberry Pi), utilizado para escuelas de Uganda, primarias, secundarias y superiores. Se utiliza Raspberry Pi para armar el sistema, utilizando paneles solares para cargar la batería. Por su parte [20], propone usos educativos de Raspberry Pi en países en desarrollo y compara su posible expansión, con la adopción de teléfonos celulares por las personas de bajo poder adquisitivo.

En todos los trabajos consultados, las principales razones de su adopción son la versatilidad de la Raspberry Pi y su bajo costo.

III. RASPBERRY PI

La Raspberry Pi (RPi) es una pequeña computadora (de una única placa), en la figura 1 pueden observarse los componentes de la RPi3 (último modelo existente). En esta placa pueden observarse cuatro círculos amarillos que permiten ajustarla a un gabinete pequeño por medio de tornillos u otros elementos de encaje y es alimentada a 5 volt por medio de un cargador MicroUSB (6). El número indicado luego de MicroUSB hace referencia al (6) que se encuentra indicado en la figura 1, de esta forma al mencionar alguno de los componentes se incluirá el número para poder ubicarlo dentro de la figura 1. Dicho cargador es como el utilizado para cargar la mayoría de los teléfonos celulares actualmente. También es posible agregar portabilidad usando un cargador portátil. Tiene unos Leds (7) que se encienden para dar indicaciones de estado (por ejemplo cuando está en funcionamiento).

Cuenta con la posibilidad de conectarle un proyector ó monitor externo por medio de HDMI (5). También es posible utilizar como pantalla un televisor con salida RCA, ya que trae un conector específico para este fin (3). Además del HDMI, la solución más típica para monitores o televisores modernos, cuenta con la posibilidad de conectarle una pantalla integrada (lo cual permite no restarle portabilidad a la solución), esta pantalla puede ser táctil incluso. Existen dos maneras posibles de conectar pantallas una de ellas es utilizando el Conector de Display (9) ó bien a través del GPIO (12). GPIO es un puerto de propósito general para Entradas/Salidas, cada dispositivo que se incorpore utilizará algunos de los pines del mismo, este puerto tiene al igual que en la versión predecesora 40 pines; también permite conectar para aplicaciones más específicas sensores particulares (sonido, humedad, temperatura, etc...). Por ejemplo, si la aplicación a desarrollar requeriría una cámara esta podría ser una cámara USB (1) cableada a uno de los puertos USB que trae la RPi3 ó bien poner una cámara integrada que se conecta directamente al conector de cámara (4) que viene integrado para tal propósito.

La RPi3 tal como su predecesora la RPi2, continúa teniendo cuatro puertos USB (1). En cuanto a conectividad al igual que el modelo previo cuenta con Ethernet (es decir la posibilidad de conectar un cable de red (2)), pero además

Fig. 1. Componentes de la Raspberry Pi 3

este modelo agrega WIFI y Bluetooth integrado (10), en la versión previa para poder tener WIFI se debía agregar una placa externa ocupando uno de los puertos USB. Otra característica importante es que la RPi3 tiene un mejor microprocesador (11) que la predecesora, de hecho, ya la RPi2 incorporaba un procesador mejor que los modelos previos (1A, AB, 1B+). Equipada con el procesador ARM Cortex-A53, la RPi3 tiene un procesador de 64 bits y cuatro núcleos. No hay cambio con respecto a la RPi2 en cuanto a memoria RAM ya que esta sigue siendo de 1 GB.

El sistema operativo y el software que se requiera será instalado en una memoria Micro SD (8) (la selección del sistema operativo será abordada en la sección 5). Si bien todas las versiones previas tenían lector de memoria MicroSD en esta versión se cambia dicho lector, siendo más simple poder sacar la tarjeta MicroSD.

En la figura 2 puede observarse el gabinete de la Raspberry Pi con una pantalla táctil empotrada, resaltando el pequeño tamaño de la solución. De hecho, su bajo costo y su portabilidad son características que sobresalen haciéndola una solución propicia para implementar diversas aplicaciones.

IV. PROPUESTA

Se propone utilizar la RPi para formar una red centralizada donde el punto de acceso lo brinde la RPi sin necesidad de contar con conexión a internet. Se usa para este fin la RPi 3 ya que como puede verse en la tabla 1 cuenta con placa WIFI incorporada, de forma tal que los alumnos pueden desde sus teléfonos celulares u otros dispositivos conectarse a la red generada por la RPi. Al la misma RPi se le instala una aplicación con cuestionarios



Fig. 2. Raspberry Pi 3 con pantalla integrada

TABLA II
CANTIDAD DE USUARIOS CONECTADOS Y SUS EQUIPOS DE ACCESO

Cantidad de Usuarios	Equipo de Acceso
8	Teléfono Celular
3	Tablet
4	Notebooks
6	Computadoras
2	RPi

manualmente cuantos alumnos seleccionan la respuesta correcta. El método tradicional donde los alumnos levantan la mano en aquella opción que crean que es válida (contabilizando el docente cuantos son en cada caso y anotándolo por ejemplo en la pizarra), es más lento y tedioso. Además que tiene el problema de que un alumno elija determinada respuesta porque observa que muchos de sus compañeros la han elegido, en muchos casos algunos alumnos no votan por vergüenza a quedar expuestos ante una respuesta inválida. En cambio la aplicación al ser anónima y personal permite que más estudiantes voten libremente y se pueda obtener un estado más real del conocimiento general del curso. Esto puede ser visualizado como un elemento importante para la evaluación formativa, “con el fin de adaptar su acción pedagógica a los procesos y los problemas de aprendizaje observados en los alumnos” [21], ya que permite detectar dificultades presentadas por los alumnos en la comprensión de determinados temas.

Para lograr obtener esta solución es necesario utilizar a la RPi como servidor lo cual se detalla cómo fue logrado en la sección siguiente.

V. UTILIZACIÓN DE LA RASPBERRY PI COMO SERVIDOR

A. Generación del Servidor

Utilizar la RPi como servidor de contenidos, tiene por ventajas el acceso a contenidos:

- 1) Desde diversos dispositivos, entre ellos teléfonos celulares;
- 2) Sin necesitar tener una infraestructura de red existente;
- 3) Sin contar con conectividad a internet.

Por otra parte, la portabilidad de la misma es importante. Como se mencionó en la introducción la RPi tiene un tamaño pequeño y puede conectarse a la misma un teclado en miniatura (comercializables para Smart TV) que incorpora el mouse a través de un pad y una pantalla empotrada si se desea. Puede como pantalla por HDMI enchufarse a un monitor, televisor o proyector. También es posible que para determinadas soluciones no se requiera tener constantemente una pantalla. El resultado final será una solución de bajo costo.

En cuanto a los requerimientos se pueden mencionar principalmente:

- 1) Que diversos tipos de clientes (notebooks, tablets, smartphones) puedan conectarse a una red inalámbrica creada y administrada por la Raspberry Pi. Dicha red no tiene que depender de una conexión a Internet.
- 2) Que un servidor web se pueda ejecutar en la Raspberry Pi, y que permita correr aplicaciones web que interactúen con una base de datos.

- 3) Que exista un sistema de resolución de nombres (DNS) en la Raspberry Pi, permitiendo que los clientes accedan a las herramientas ofrecidas por el servidor mediante nombres fáciles de recordar. Por ejemplo: www.cuestionarios.com.ar

B. Implementación

En cuanto al sistema operativo, para crear una solución de bajo costo, se selecciona Linux en su distribución particular para la RPi denominada Raspbian. “Linux es una gran opción para la raspberry pi ya que es gratuito y de código abierto. Por un lado mantiene el precio de la plataforma bajo y por el otro lo hace más configurable” [22]. “Raspbian es un sistema operativo gratuito basado en Debian (distribución de linux) y optimizado para el Hardware de la Raspberry Pi” [23]. Se instala además: Nginx (Servidor Web), MySQL (Base de Datos). Sin costos asociados con el software, se desarrolló una solución que permita monitorear el rendimiento ante múltiples accesos (lo cual es detallado en la siguiente sección).

Luego se requiere configurar el entorno, para lo cual es necesario: (1) Configuración y acceso a la red: Se decide implementar una red centralizada, siendo la RPi el único elemento que forma parte de la infraestructura de red, configurando la RPi como un punto de acceso. (2) Servidor Web: Se elige como servidor web Nginx y MySQL como motor de base de datos. (3) Servidor DNS: Para evitar tener que introducir una IP para acceder y poder usar una URL con un nombre general por ejemplo: www.cuestionarios.com.ar, es necesario instalar un servidor DNS.

C. Pruebas

Teniendo en cuenta que el ámbito de aplicación podría requerir de la conexión de múltiples usuarios, es importante saber cuántos podrán conectarse simultáneamente a la red creada por la Raspberry Pi. Para ello, se desarrolló una aplicación utilizando Node.js, que corre en segundo plano mientras la Raspberry está en modo punto de acceso. Dicha aplicación monitorea constantemente la cantidad de usuarios conectados a la red y permite ejecutar una prueba de rendimiento, en la cual se va a almacenar la cantidad máxima de usuarios y el tiempo que dichos usuarios permanecen conectados a la red en un archivo de log en la Raspberry. En la figura 3, se muestra un log generado.

Las pruebas se realizaron dentro del laboratorio del grupo de investigación, con un total de 23 usuarios accediendo a la RPi en simultáneo, esto evidenció el acceso sin inconvenientes, desde distintos dispositivos tal como se puede observar en la Tabla II.

Fecha y hora de inicio	Máxima cantidad de usuarios	Duración
8/10/2017-09:24:29	3	10 segundos
8/10/2017-09:39:42	7	15 segundos
8/10/2017-20:40:49	2	6 segundos
8/10/2017-20:41:7	5	4 segundos
9/10/2017-10:41:17	10	30 segundos
10/10/2017-19:19:46	8	44 segundos
10/10/2017-19:42:32	23	81 segundos

Fig. 3. Captura del Log con los datos de los usuarios conectados y los resultados de las pruebas de rendimiento

VI. SELECCIÓN DEL SOFTWARE A UTILIZAR

A. Comparación de Software para Cuestionarios

De un análisis de los requerimientos que debe tener la aplicación a implementar surgen los siguientes: (1) Gratuita, (2) Que funcione sobre Java, (3) Que se pueda instalar en un servidor propio (es decir aplicación descargable e instalable, no online), (4) Que permita crear fácilmente preguntas de respuestas múltiples. Incluso una sola pregunta, (5) Que no obligue al usuario a acceder a distintos menús y opciones para llegar a su contenido (es decir que al ingresar visualice en forma directa la pregunta y sus respuestas posibles), (6) Que se pueda acceder al formulario web por IP,

En la Tabla III, se presentan los tres softwares seleccionados.

Luego de analizar sus características, se excluye al software HotPotatoes ya que no permite instalarse un servidor en forma autónoma en la RPi, quedando como opciones: Survey, Testmaker. Ambos presentan ventajas y desventajas (tal como puede verse en la tabla III), pero se decide realizar modificaciones para mejorar Testmaker debido a que, si bien su diseño es más básico, se cuenta con el código fuente, lo cual permite modificar el estilo de la visualización y adaptar lo que sea necesario

B. Adaptación del Entorno de Visualización

Se modificó el código fuente para implementar una solución adaptativa que se ajuste correctamente a los distintos dispositivos móviles (independientemente del tamaño de pantalla ó resolución). De esta forma el sitio web que ve el alumno, con el cuestionario generado se visualizará correctamente sin tener que hacer zoom sobre los controles, scroll en ambas direcciones, etc. “Es importante comprender que el diseño adaptativo no es una versión diferente del sitio web, sino que es el mismo sitio que se va adaptando y acomodando sus elementos para una mejor visualización en el dispositivo de acceso” [27]. Esto implicó analizar el código fuente para poder cambiar la generación de los componentes del formulario por controles adaptativos. Para ello se eligió un framework adaptativo W3CSS [28] no tan popular como Bootstrap [29] o Foundation [30], pero es un framework liviano un poco más reducido en cantidad de recursos pero con los suficientes para lograr el objetivo planteado. En la figura 4, la visualización inicial del formulario (a la izquierda) donde puede notarse la necesidad de hacer zoom para poder ver los ítems así la dificultad para el uso de los controles; mientras que a la derecha notarse la diferencia de visualización luego de la adaptación del entorno.

C. Visualización de Resultados

Se desarrolló una aplicación utilizando Node.js para visualizar los resultados de los cuestionarios en tiempo real. Esta aplicación lee el archivo de resultados en forma periódica y calcula si hubo diferencias respecto a la lectura anterior. En caso afirmativo, envía a los clientes los resultados actualizados, utilizando socket.io para la conexión entre el servidor (Raspberry Pi) y los clientes (dispositivos que están visualizando los resultados). Si no hubo cambios respecto a la lectura anterior, no se envía nueva información a los clientes, evitando que los mismos

TABLA III
COMPARATIVA ENTRE SOFTWARE QUE CUMPLEN LOS REQUISITOS PARA
USARSE COMO GENERADORES DE ENCUESTAS Y CUESTIONARIOS

Aplicación	Características	Ventajas	Desventajas
Survey [24]	<ul style="list-style-type: none"> Posee generador de cuestionarios con preguntas de opción única o múltiple. Genera cuestionarios con extensión .xml y .xsd y puede ser implementado por Tomcat mediante archivo .war, mostrándose las preguntas online y guardando las respuestas en un .xml 	<ul style="list-style-type: none"> Posee generador de preguntas (.jar) Puede levantarse con Tomcat y presentar las preguntas online, pudiendo mostrarse varios cuestionarios al mismo tiempo Guarda las respuestas para poder administrarlas mediante SQL Posee el código para Web, el generador, y las respuestas. (.java y .class). 	<ul style="list-style-type: none"> Hay que modificar el generador para que sea más cómodo. Problemas de permisos al guardar las respuestas en respuestas .xml en Linux Modificar el frontend para una mejor vista Código de difícil comprensión
HotPotatoes [25]	<ul style="list-style-type: none"> Generador de cuestionarios de respuesta única o múltiple con agradable interfaz. 	<ul style="list-style-type: none"> Generador de preguntas (.htm) con interfaz cómoda. 	<ul style="list-style-type: none"> No posee opción para utilizarse como servidor. No se guardan las respuestas.
Testmaker [26]	<ul style="list-style-type: none"> Permite carga, creación y modificación de cuestionarios, y guarda las respuestas disponibles para ser vistas y administradas desde MySQL. 	<ul style="list-style-type: none"> Permite la creación de cuestionarios con preguntas abiertas, verdadero y falso, opción única y múltiple. Guarda las respuestas en archivo .csv, .access y raw, permitiendo su manejo mediante MySQL. Posibilidad de parsear los archivos con las respuestas para poder mostrar gráficos. Se cuenta con el código fuente, lo cual permitirá hacer cambios y agregados en la aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> No posee generador de preguntas con interfaz, deben modificarse y crearse mediante un editor de texto o mediante bibliotecas php.

rendericen los gráficos innecesariamente y también evitando un impacto negativo en el rendimiento de la red, ya que no es saturada con información innecesaria.

La interfaz web muestra un gráfico por cada pregunta del cuestionario, se eligió un gráfico de torta para las preguntas

Fig. 4. Comparativa entre la misma porción de formulario. A la Izquierda Visualización típica y a la Derecha adaptada según el dispositivo de acceso.

del tipo “multiple-choice”. Los gráficos son renderizados utilizando “Chart.js”, una biblioteca de código abierto que permite agregar gráficos adaptativos a una página web. Los gráficos no se actualizan en forma periódica, sino que lo hacen cuando reciben nueva información, como se detalló anteriormente.

Esta aplicación, al igual que el monitor de rendimiento, se ejecuta en segundo plano cuando la Raspberry Pi se encuentra en modo “punto de acceso”. El administrador de procesos PM2 [31] se encarga de ejecutar las aplicaciones cuando la Raspberry se inicia. Se puede acceder a la aplicación de resultados desde cualquier dispositivo conectado a la Raspberry Pi utilizando una URL fácil de recordar: “http://gidfis.com.ar/resultados”. La dirección “tradicional” sería “http://192.168.0.1:8000”, pero gracias a la utilización del servidor DNS y del reverse proxy, se puede transformar esa dirección en una URL significativa y recordable.

VII. REPLICAR LA SOLUCIÓN

Luego de haber configurado una Raspberry Pi para que funcione como punto de acceso, es fácil replicar esa solución en otras. Para ello, hay que generar una imagen a partir de la tarjeta SD que está utilizando la Raspberry configurada, y luego volcar esa imagen en otra SD, que se utilizará en una diferente Raspberry Pi. Es recomendable realizar este proceso para copiar la configuración a una Raspberry que sea del mismo modelo que la original, para evitar problemas que puedan surgir por incompatibilidades de hardware. Para llevar a cabo este proceso, se utilizó un sistema operativo Ubuntu en una computadora con un lector de tarjetas. La aplicación usada fue “dd”, un paquete de Linux que permite “convertir y copiar un archivo”.

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS

Luego de las pruebas la solución, se utilizó en cursos de la materia “Fundamentos de TICs” del primer año de las carreras de Ingeniería en donde a modo de repaso los alumnos ingresaron a cuestionarios para responder en forma anónima preguntas efectuadas. El docente luego comentó

cuales eran las respuestas correctas y el porcentaje de alumnos que la respondieron correctamente. También en una exposición en un congreso académico, miembros del Grupo de Investigación hicieron algunas preguntas a la audiencia para que las respondan de forma anónima desde sus dispositivos móviles. Pudiéndose mostrar con un proyector los resultados en tiempo real, cambiando los gráficos en el momento en que se recibía un nuevo cuestionario.

A nivel conectividad fue posible que todos los alumnos del curso accedan desde sus dispositivos móviles en simultáneo para dar respuesta a las preguntas propuestas. Pero es tan importante como lo anterior destacar el incremento de la participación del alumnado para contestar estas preguntas. La experiencia fue realizada en 6 cursos de la materia de fundamentos de TICs (3 cursos de ingresantes y 3 cursos de recursantes), en la clase de repaso previa del segundo parcial de la materia. Si bien parte del alumnado no estuvo presente en dicha clase, aquellos alumnos que estuvieron presentes en su mayoría ingresaron desde sus celulares a la página propuesta para responder al cuestionario (ver Tabla IV). Los alumnos destacaron que era mucho más dinámico este método comparado con el parcial anterior donde también se hicieron unas 6 preguntas generales de las unidades comprendidas en el primer parcial y los docentes de dichos cursos contaban cuantos levantaban la mano en cada una de las respuestas. También que fuese anónimo fue visto como un punto a favor, el alumno no teme a equivocarse dado que el docente no identifica quién contesta bien o mal solo ve el porcentaje de alumnos que seleccionaron cada respuesta.

Queda visible que la incorporación de la RPi ha sido de mucha utilidad, simplificando los tiempos y la tarea del docente; así como también incrementando la participación del alumnado.

IX. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La Raspberry Pi (RPi) es una solución portátil (de tamaño reducido) y económica que permite desarrollar una gran diversidad de aplicaciones. Queda reflejado de lo expuesto en este artículo, que una vez implementada la solución deseada en una raspberry es muy fácil replicar la solución en otras RPi simplemente copiando la imagen de la tarjeta de memoria. Los alumnos pueden acceder al formulario, sin necesidad de instalar una aplicación en sus dispositivos y acceder por wifi. No se requiere tener acceso a internet dado que la RPi funcionará como servidor de acceso. Es importante destacar que está es una solución autónoma ya que no necesita de conexión a internet ni de infraestructura alguna de red existente por lo que puede ser utilizada en cualquier ámbito, siendo ideal para lugares sin posibilidad de acceso a la red. Igualmente, en instituciones donde la conectividad a internet es permanente es posible que la red esté saturada debido a la gran cantidad de clientes simultáneos. Esta solución hace que cada curso se conecte a su propia red y a su propio servidor evitando estos inconvenientes y reduciendo además costos de conectividad e infraestructura de red. Si bien en este artículo se presenta la propuesta de realizar cuestionarios, como trabajos futuros se plantea la posibilidad de realizar otros recursos que

TABLA IV
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN CON LAS DOS METODOLOGÍAS

Curso	Parcial 1 Manual	Parcial 2 RPi
1	23%	98%
2	41%	100%
3	32%	100%
4	20%	99%
5	36%	89%
6	12%	85%

permiten brindar más opciones a los usuarios; entre ellos que el docente pueda llevar un pendrive con una determinada carpeta (con un nombre en particular) que al conectarlo a la RPi el contenido de la misma sea subido automáticamente para ser descargado por los alumnos en sus dispositivos móviles. Es decir, esto es el principio de la evaluación de incorporar otros recursos didácticos. La importancia de exponer este tipo de trabajos no solo está en la necesidad de dar evidencias de la importancia del uso de las TIC en el aula sino también que otros colegas puedan replicar esta experiencia con una solución de bajo costo.

REFERENCIAS

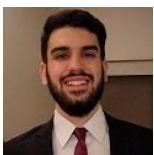
- [1] Antonio R. Bartolomé, *Nuevas tecnologías en el aula: guía de supervivencia*. Grao, 1999.
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol4_n1_2003/9_art_6_rese%C3%B1a_rosario.pdf [Fecha de última consulta: Mayo 2018]
- [2] Marc Prensky, "Enseñar a nativos digitales" (libro), Ediciones SM, 2011.
- [3] Mark Prensky, "Nativos e Inmigrantes Digitales", Cuadernos SEK 2.0, Adaptación al castellano del texto original "Digital Natives, Digital Immigrants", 2001, pp. 6.
- [4] Dezcallar, T., Clariana, M., Cladellas, R., Badia, M., & Gotzens, C. La lectura por placer: su incidencia en el rendimiento académico, las horas de televisión y las horas de videojuegos. *Ocnos: Revista de estudios sobre lectura*, 2014, no 12.
<http://www.redalyc.org/pdf/2591/259132660005.pdf> [fecha de última consulta: Mayo 2018].
- [5] Verónica Marín Díaz, Eloísa Reche "Universidad 2.0: Actitudes y Aptitudes ante las Tic del Alumnado de Nuevo Ingreso de la Escuela Universitaria de Magisterio de la UCO", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 2012, No 40, P. 197-211.
- [6] Laura R. Winer, Cooperstock Jeremy. "The 'Intelligent Classroom': Changing Teaching and Learning with an Evolving Technological Environment". Centre for University Teaching and Learning, McGill University, Montreal, QC, Canada H3A 1Y2. Noviembre 2001. Volume 38, pp. 253-266.
- [7] Hichem Bargaoui, Rawia Bdiwi Esprit. "Smart classroom: Design of a gateway for ubiquitous classroom". Private Higher School of Computer Science and Technology. Tunis, Tunisia. 2014, presentado en: Web and Open Access to Learning (ICWOAL), 2014 International Conference, Dubai, United Arab Emirate. Publicado por IEEE.
- [8] Shaik Yusuf Baji Saheb, Gharade Abdul Mueed, Haider Choudhary, Ziauddin Ansari B.E. "IoT Based Lecture Delivery System Using Raspberry Pi". *Computer Engg., Anjuman-I-Islam's Kalsekar Technical Campus, Navi Mumbai, Mumbai University, Maharashtra, India*. Marzo 2017. Presentado en: *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*. Publicado en: Volume 6, Issue 3, pp. 245-247.
- [9] Vladimír Gašpar, Zuzana Vantová, "Design of an Intelligent Classroom". Technical University of Košice/Department of Cybernetics and Artificial Intelligence, Košice, Slovak Republic. Noviembre 2016. Presentado en: *Published in: Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 2016 IEEE 17th International Symposium*. Budapest, Hungría. Publicado por: IEEE.
- [10] K. Tamilselvan, R. Krishnaraj, P. Thangaraj, P. Sukumar. "A Survey of Educational Portal Using Raspberry Pi". *Nandha Engineering College (Autonomous), Tamil Nadu, India*. Publicado en: *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER) Volume 4, Issue 6, June (2016)*. Pp. 74- 76.

- [11] Rebecca F. Bruce, J. Dean Brock, Susan L. Reiser. "Make Space for the Pi". Department of Computer Science. University of North Carolina at Asheville. Asheville, NC 28804. Abril 2015. Publicado en: SoutheastCon 2015, Fort Lauderdale, FL, USA, Publicado por: IEEE.
- [12] Peter Jamieson, Jeff Herdtnr. "More Missing the Boat - Arduino, Raspberry Pi, and Small Prototyping Boards and Engineering Education Needs Them". Department of Electrical and Computer Engineering, Miami University Oxford, Ohio 45056. Presentado en: Frontiers in Education Conference (FIE), 2015 IEEE, El Paso, TX, USA, Publicado por: IEEE.
- [13] Josh Berk, Jeremy Straub, David Whalen. "The Open Prototype for Educational NanoSats: Fixing the Other Side of the Small Satellite Cost Equation". Department of Space Studies, University of North Dakota, 4149 University Ave, USA. 2013. Presentado en: Aerospace Conference, 2013 IEEE, Big Sky, MT, USA, Publicado por: IEEE.
- [14] Jaroslav Sobota. Roman Pi'sl. Pavel Balda. Milo's Schlegel. "Raspberry Pi and Arduino Boards in Control Education". European Centre of Excellence. NTIS - New Technologies for Information Society. Faculty of Applied Sciences, University of West Bohemia in Pilsen. Czech Republic. Agosto 2013. Publicado en: IFAC Proceedings Volumes. Volume 46, Issue 17, 2013, Pages 7-12, Sheffield. UK.
- [15] Kinyua Wachira. "Raspberry Pi (Raspi) as a Driver Of Creative-Thinking for Electrical Engineering Students: The UoN Case". University of Nairobi. Abril. 2016. Presentado en: The 23rd I.E.K. Engineers' International Conference, At Leisure Lodge Resort, Diani, Kwale County. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Kinyua_Wachira/publication/303471337
- [16] Victor Callaghan. "Buzz-Boarding; Practical Support for Teaching Computing Based on the Internet-Of-Things". University of Essex. COLCHESTER, UK. April 2012. Disponible en: https://www.heacademy.ac.uk/system/files/resources/victor_callaghan_paper_0.pdf [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [17] J. Bermúdez-Ortega, E. Besada-Portas, J.A. López-Orozco, J.A. Bonache-Seco, J.M. de la Cruz. "Remote Web-based Control Laboratory for Mobile Devices based on EJSs, Raspberry Pi and Node.js J.". Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España. 2015. Publicado por: IFAC-PapersOnLine, Volume 48, Issue 29, 2015, Pages 158-163.
- [18] Luca De Nardis, Maria-Gabriella Di Benedetto, Stefano Olivieri. Wireless Access Networks for Raspberry Pi. DIET Department Sapienza University of Rome. Rome, Italy. The MathWorks. Turin, Italy.
- [19] Murat Ali, Jozef Hubertus Alfonsus Vlaskamp, Nof Nasser Eddiny, Ben Falconer and Colin Oram. "Technical Development and Socioeconomic Implications of the Raspberry Pi as a Learning Tool in Developing Countries". School of Engineering, The University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, UK. 2013. Presentado en: Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), 2013 5th, Colchester, UK, Publicado por: IEEE.
- [20] Richard Heeks, Andrew Robinson. "Ultra-Low-Cost Computing and Developing Countries". Communications of the ACM, Publicado en: Magazine Communications of the ACM. Vol. 56. Issue 8, August 2013, pp. 22- 24, New York, NY, USA.
- [21] Linda Allal. Educational evaluation strategies: Psychopedagogic perspectives and modes of application, Infancia y Aprendizaje, 2014, 3:11, 4-22
- [22] Richardson M. and Wallace S., 2012. Getting started with raspberry PI. " O'Reilly Media, Inc."
- [23] Raspbian, Disponible en: <https://www.raspbian.org/> [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [24] Survey. "Survey - Application for the management of questionnaires". Disponible en: <https://hermajan.github.io/survey/>
- [25] Half-Baked Software. "Hot Potatoes", version 6. Disponible en: <https://hotpot.uvic.ca/> [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [26] Testmaker. "Testmaker: Aplicación para crear cuestionarios online" Disponible en: <http://jharo.net/dokuwiki/testmaker>
- [27] Rodríguez R. A., Marko I. B., Vera, P. M., Vallés G. Y., & Zain G. A. Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Móviles Adaptativos. WICC 2017. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61343/Documento_completo.pdf?sequence=1#page=504 [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [28] W3Schools. "W3CSS Tutorial". Disponible en: <https://www.w3schools.com/w3css/> [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [29] Otto M., Thornton J. "Bootstrap". 2010 Disponible en: <http://getbootstrap.com/> [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [30] Zurb. "Foundation - The most advanced responsive front-end framework in the world". 2011. Disponible en: <http://foundation.zurb.com/> [fecha de última consulta: Marzo 2018]
- [31] PM2. <http://pm2.keymetrics.io/> [fecha de última consulta: Mayo 2018].



Rocío Andrea Rodríguez. Doctora en Ciencias Informáticas (UNLP-Universidad Nacional de La Plata), Ingeniera en Informática (UNLaM-Universidad Nacional de La Matanza). Es profesora de grado en la UNLaM y UTN (Universidad Tecnológica Nacional); profesora de postgrado en la UAI (Universidad Abierta Interamericana) y UNLaM. Directora Académica del

GIDFIS (Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación de Software) en UNLaM. Directora de proyectos de investigación en UAI y UNLaM. Además dirige pasantes, becarios y tesis. Ha participado como jurado de tesis y revisora de: artículos, proyectos de extensión universitaria y programas co-financiados. Siendo autora de: libros, capítulos de libros y artículos académicos.



Pablo Cammarano. Ingeniero en Informática (UNLaM - Universidad Nacional de La Matanza). Obtuvo un reconocimiento siendo seleccionado entre los mejores egresados de Carreras de Ingeniería en Argentina otorgado por la Academia Nacional de Ingeniería. Es Investigador del GIDFIS (Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación de Software)

en UNLaM. En el ámbito privado, es Desarrollador de Software en una empresa productora de software. Ha participado en carácter de autor y expositor de publicaciones académicas.



Daniel Alberto Giulianelli. Doctor en Ciencias Económicas (UNLaM-Universidad Nacional de La Matanza). Doctor en Ciencias Informáticas (UNLP-Universidad Nacional de La Plata). Magister en Educación Superior (UNLaM). Licenciado en Sistemas (UTN-Universidad Tecnológica Nacional). Licenciado en Administración de la Educación Superior

(UNLaM). Es profesor de grado en UNLaM y UTN, profesor de postgrado en UNLaM. Además, en UNLaM es: Secretario de Ciencia y Tecnología en el DIIT (Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas), consejero superior (representación de Docentes) del DIIT. Director de Proyectos de Investigación en UNLaM. Autor de diversas publicaciones académicas, miembro de jurado de tesis, revisor de artículos académicos.



Pablo Martín Vera. Doctor en Ciencias Informáticas (UNLP-Universidad Nacional de La Plata), Ingeniero en Informática (UNLaM-Universidad Nacional de La Matanza). Es profesor de grado en el UNLaM y UTN (Universidad Tecnológica Nacional). Docente de posgrado en UNLaM y en la UAI (Universidad Abierta Interamericana). Director de proyectos de investigación en UNLaM y UAI. Supervisor de PPS (Prácticas Profesionales Supervisadas) de alumnos de Ingeniería en UNLaM, Director de Becarios (UAI y UNLaM), Dirección de tesis (Maestría y Doctorado). Revisor de publicaciones académicas. En el ámbito privado, es Director de Tecnología en una empresa de telecomunicaciones.



Artemisa Trigueros. Magister en Informática (UNLaM - Universidad Nacional de La Matanza). Computadora Científica (UBA - Universidad Nacional de Buenos Aires). Título Docente (Instituto Superior de Formación Docente 45). Es profesora de Grado en UNLaM y UTN (Universidad Tecnológica Nacional). Además en UNLaM es: Investigadora del GIDFIS (Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación de Software), codirectora del Proyecto MeL Móvil (Materias Interactivas en Línea), coordinadora de Fundamentos de TICs. Se desempeña también como: Consultora de Informática Educativa; profesora de inglés (Instituto Argentino de Estudios Ingleses). Autora de publicaciones en congresos, libros y revistas. Expositora en diversos congresos.



Luciano Albornoz. Estudiante de Ingeniería en Informática (UNLaM - Universidad Nacional de La Matanza). Es miembro colaborador del GIDFIS (Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación de Software) en UNLaM.