

# Hacia la consolidación de una Plataforma de Entorno Virtual de Aprendizaje abierta, interoperable y basada en Metaversos para la Universidad de Panamá.

Ariel Vernaza, Ivan Armuelles V., Isaac Ruiz  
Centro de Investigación de Tecnologías de Informática y Comunicación.  
Facultad de Informática Electrónica y Comunicación.  
Universidad de Panamá  
Panama, Ciudad de Panamá.  
avernaza@citicup.org, iarmuelles@citicup.org, isaacruiz@citicup.org

**Resumen**—La utilización de los Metaversos como Plataforma de actividades humanas son un reflejo de la tendencia que se vive hoy a nivel internacional presente en los actuales entornos web, donde la participación y colaboración son la base de generación del conocimiento colectivo. Este artículo es una reseña de la investigación que se ha desarrollado en la Universidad de Panamá para el aprovechamiento de los Metaversos (mundos virtuales) basados en Software libre como Entornos Virtuales de Aprendizaje y sus aplicaciones en el e-Learning.

**Index Terms**—Metaversos, Realidad Aumentada, Open Simulator, osggrid, moodle, software libre, E-learning, smartphones, openvc, Realidades Híbridas

## I. INTRODUCCIÓN

El Metaverso es un mundo generado por computadora, en el cual las personas pueden compartir e interactuar como si estuvieran en el mundo real. El término Metaverso viene de la novela Snow Crash[1] de Neal Stephenson. En la actualidad es un espacio virtual en el cual interactúan social y económicamente personas utilizando avatares, sin experimentar las limitantes del mundo real, tales como el tiempo y la distancia. Es



Figura 1. Centro Comercial Germano, OsGrid

cada vez menos extraño escuchar que se realizan transacciones comerciales, en las que el producto fue promocionado en un mundo virtual, y es adquirido para su uso en el mundo real, tal es el caso de los Centros Comerciales dentro de Second Life u OsGrid como se muestra en la Figura 1 y mas reciente

objetivos muy similares, encontramos como cada vez más personas interactúan, olvidando incluso las diferencias culturales e idiomáticas. La idea de utilizar los Metaverso (mundos virtuales) como espacio para el desarrollo de actividades de aprendizaje surge de las nuevas posibilidades que éstos pueden ofertar a los profesores y estudiantes que deben interactuar en un programa de e-learning mucho más allá de lo que la ya clásicas plataformas basadas en la web LCMS pueden ofrecer. Contando con un sistema de e-Learning en la Universidad de Panamá, que utiliza como medio un LCMS propietario (<http://campusvirtual.up.ac.pa>), en la institución se ensayan con nuevas aplicaciones que permitan superar las limitaciones inherentes a las plataformas comerciales: arquitectura cerradas, poco adaptables y con restricciones económicas para su escalabilidad (coste de acceso por usuario). Actualmente existen medios alternativos para superar estas barreras como el uso de plataformas de e-learning libre como Moodle o LRN. Sin embargo, los grados de interacción entre los alumnos, docentes y contenidos siguen restringidos a las capacidades de la tecnología basada en la Web (html, Flash, java scripts, contenidos embebidos principalmente bidimensionales, etc). Por tal motivo nuestra institución académica busca implementar nuevos espacios de inmersión e interacción como los Metaversos (p.ej. Second Life). En el caso de la Universidad de Panamá (UP), hemos optado por utilizar un Metaverso de Código Abierto como lo es Open Simulator (OpenSim), de tal forma que pueda ser ajustado fácil y económico. Para asegurar su escalabilidad y robustez, lo hemos integrado con una nube de universos virtuales similares (OSGrid), permitiendo acceder al universo virtual desde cualquier parte del mundo y siguiendo un protocolo de comunicación único (xml-rpc). En el Metaverso implementado se han creados aulas virtuales en los que se desarrollan los cursos y las simulaciones para potenciar las actividades sincrónicas. Para rescatar las facilidades que permiten desarrollar los LCMS de manera asíncrona (foros, lectura de documentos, desarrollos de wikis, etc) se ha integrado al sistema una plataforma LCMS Moodle como se observa Figura 2, además, un servidor de Flash OpenSource (Red5) que proporciona las facilidades de



Figura 2. Mundo Virtual y Moodle C.I.T.I.C.

realidad aumentada gestionados desde el Metaverso, la opción de obtener información adicional de una clase en vivo, son igualmente otros atractivos de esta integración. La Plataforma de Entorno Virtual de Aprendizaje basada en Metaversos de la UP implementada cuenta con ventajas como el bajo coste de implementación, la capacidad de integración con otras herramientas y plataformas, todas basadas en código abierto o protocolos estándares.

A continuación en la Sección II se definirán los principios de diseño de un prototipo de Laboratorio de Fundamentos de Electrónica. Las adecuaciones para tal implementación las señalamos en la Sección II-A. Como herramienta L.M.S. que integraremos al metaverso se planea utilizar Moodle, ya que se conoce de la integración de dicha plataforma con el Metaverso Second Life y OsGrid, en este caso crearemos un módulo de moodle que nos permita manipular la simulación, lo que explicaremos con más detalles en la Sección II-B. En la Sección III, nos dedicaremos a todos los detalles de la creación de los elementos en el Metaverso y los retos que encontramos. Y en la Sección IV, analizaremos los resultados de las pruebas, y en la V, las nuevas líneas de investigación surgidas luego de la experiencia.

## II. EL METAVERSO C.I.T.I.C.

La creación de un Mundo virtual dentro del Centro de Investigación de Tecnologías de Información y Comunicación (C.I.T.I.C.) en la Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación de la Universidad de Panamá ha sido un proyecto que ha llevado ya algunos años. En la actualidad se han realizado una serie de estudios sobre plataformas tanto de L.M.S. como alternativas de Metaversos buscando las que mejor cumpliera con nuestras necesidades. Necesidades resumidas en los siguientes puntos:

- La posibilidad de crear ambientes virtuales espaciosos donde estudiantes y profesores pudieran interactuar con meta-objetos (objetos del mundo virtual ) que simularan objetos en el mundo real.
- Que permitiera la comunicación desde cualquier punto y cualquier terminal (Tablet, Smartphone, Computadora).
- Que pudiera ser integrado con plataformas L.M.S. para el manejo sistemático de los cursos.
- Que pudiera ser integrado con cualquier herramienta que deseáramos: simuladores, herramientas de comunicación, etc..

planteó entonces crear un prototipo de laboratorio de Fundamentos de la Electrónica con los siguientes principios.

- Se creará un circuito eléctrico sencillo, dos resistencias y una batería, esto es un divisor de voltaje, como se observa en la Figura 3. Se agregará dos voltímetros que mediarán el voltaje de estas dos resistencias, todo esto utilizando la plataforma del mundo virtual.
- Los meta-objetos deben ser lo más parecidos a los útiles que se usarían para recrear este laboratorio en un laboratorio presencial.
- Se debe crear una simulación que permita la manipulación de las resistencias, ya sea cambiándoles el código de color para obtener su valor nominal. O introducir dicho valor nominal para que cambien de color.

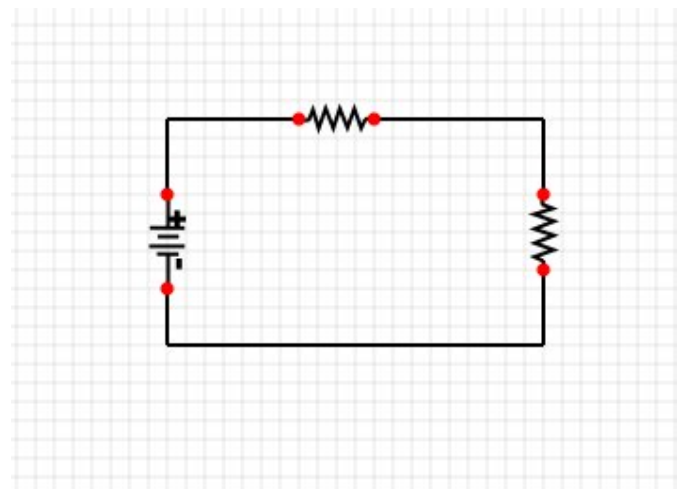


Figura 3. Divisor de Voltaje Sencillo para el Experimento

Con estos puntos definidos proponemos entonces utilizar la la Plataforma de Metaversos OpenSim, un desarrollo OpenSource de licencia BSD, que permite acceder al código fuente y hacer adecuaciones.

### II-A. Sistema Operativo y Plataforma del Centro

Para crear la plataforma de mundo virtual con Opensim (Open Simulator) [4], es necesario un servidor que tenga salida a internet, y nombre de dominio asociado. Esto es importante ya que si se va a integrar con otros mundos virtuales, como en este caso, utilizará esa información para identificarse. Los binarios de la herramienta están disponibles en la misma web Pagina de Opensim, o en la Pagina de Osgrid, [5]. En nuestro caso descargaremos el código fuente, y lo compilaremos en nuestro servidor, Ubuntu Server 10.10. Con las librerías Mono, instaladas. La razón por la que usamos Ubuntu, es su fácil manejo de repositorios, en los cuales podemos encontrar una gran cantidad de librerías que propician la integración de herramientas. El código de la aplicación lo necesitamos para en caso de ser necesario hacer modificaciones al motor de física o por si surge algún bug durante la creación de la simulación, y también porque nuestro servidor es una plataforma de 64 bits. El motor de física, es una herramienta código abierto que permite la simulación de un entorno dando ciertas reglas como la

. Utilizaremos el Motor ODE pues es el más completo y soporta colisiones. Como uno de los objetivos del experimento es que los estudiantes y profesores puedan ingresar desde cualquier terminal a nuestra plataforma necesitamos asegurar los servicios y por ende nos integramos a una GRID de mundos virtuales. En nuestro caso seleccionamos la dirección, (9988,10062) en el mapa de los espacios disponibles en el OSGRID [http://quickmap.osgrid.org/—Mapa de los Mundos Virtuales OSGRID], esto nos lo pregunta al momento de subir nuestro mundo virtual cuando señala las coordenadas. Ya cuando todos los requerimientos han sido completados y el



Figura 4. Coordenadas (9988,10062), OSGRID

sistema ha sido verificado se iniciará nuestro motor de física y la isla del mundo Virtual de C.I.T.I.C. estará disponible, como se observa en la Figura 4. Otro dato importante es la dirección de nuestro servidor, ya que OSGRID direcciona las entradas a nuestra dirección DNS. Por lo que esa configuración ya la tenemos que tener lista en nuestro server. En nuestro caso todo se direcciona a <http://metaverso.citicup.org>. Ya con el mundo virtual iniciado y ejecutando a plenitud, podemos acceder a la aplicación con el Cliente Imprudence [6] o cualquier otro que soporte diferentes Grid, también se puede usar el de Second Life, solo hay que incluirle algunos argumentos para que se conecte a nuestro mundo virtual.

### II-B. Integración del Metaverso con LMS.

Con el mundo virtual listo para utilizarse ahora es necesario darle forma. Debemos darle una apariencia similar a las de aulas. Hay muchos edificio pre fabricados que podemos encontrar a través de la red en formato OAR [3], importando algunos, podemos conseguir que nuestra zona sea un lugar mas cómodo para los estudiante y profesores que la visitarán. Sin embargo, esto aún dista mucho de ser un entorno virtual de aprendizaje, aun nos falta ser capaces de montar nuestros contenidos de clase, y poder tener control de las aulas. Para esto se instala un servidor de moodle y se integrará al mundo virtual. Sloodle es plugin creado para Second Life, pero es posible integrarlo dentro de nuestro mundo virtual obteniendo

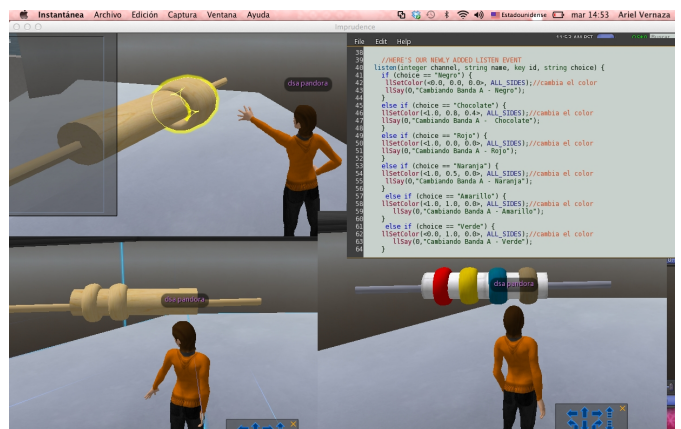


Figura 5. Muestra del Mundo Virtual con Sloodle Integrado.

observa en la Figura 5. Este entorno virtual permite utilizar el moodle para administrar las clases, los cursos y sus contenidos. Igualmente nos permitirá administrar a los estudiantes que accedan a la plataforma y colocarles pruebas, dentro del mundo virtual. Esta pruebas en lugar de ser exámenes web comunes, consistirán de simulaciones, y pruebas de causa y efecto que además de darle al estudiante la teoría podrá apoyarlo con la parte práctica, esto se podrá lograr haciendo cada vez mas detallada las simulaciones y la interacción con el mundo virtual. Un ejemplo es el laboratorio de la ley de Ohm con el Divisor de Voltaje que hemos planteado. Aquí el estudiante tomará la prueba del laboratorio en el mundo virtual y moodle evaluará la prueba y le indicará al estudiante si aprobó el examen. Pero hay más, el estudiante antes de tomar la prueba puede practicar en el simulador lo que crea necesario. A modo de control, para acceder a los exámenes y al curso en vivo, el estudiante deberá primero haber sido aceptado en el L.M.S. Moodle.

### III. LABORATORIO DE FUNDAMENTOS DE ANÁLISIS DE CIRCUITOS.

Para demostrar la capacidad del mundo virtual en servidor como apoyo para la enseñanza de la electrónica modelaremos en el mundo virtual todos los objetos que representan el circuito, luego a estos elementos le introduciremos algunos scripts que nos permitirán obtener información de ellos, o cambiar su apariencia. Nuestro circuito cuenta con dos resistencias,



voltímetros y una batería formando un Circuito Divisor de Voltaje. Debemos tomar en cuenta que cada elemento en el mundo virtual tiene un id único, este UID lo necesitamos en el momento en que vamos a enviar o recibir información de ellos, un ejemplo es la orden de cambio de color en las resistencias. Se modela una figura cilíndrica y se le agrega unas bandas las cuales tendrán la habilidad de cambiar de colores al dar clic sobre ellas, todo esto se logra utilizando scripts. Al terminar la resistencia se hace la prueba de que pueda cambiar de color, como se observa en la Figura 6. Se crea un módulo dentro moodle que reciba estos valores de las bandas de colores y que los transforme en el valor nominal de resistencia. También se implementa un formulario para que desde el módulo de moodle el estudiante pueda hacer lo contrario, cambiar el color de la resistencia ingresando un valor nominal. Para conseguir esto, se hace un cliente de xml-rpc el cual permite al moodle conectarse al prim (nombre con el que se conoce al objeto virtual) y enviarle datos, como mostramos en la Figura 7. Esos datos lo recibe el prim, que

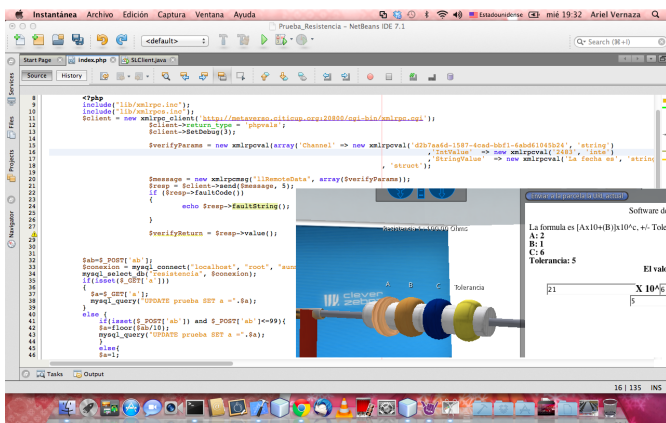


Figura 7. Creación del Módulo de Moodle para XML RPC

con un script se encuentra escuchando en espera de un orden cambio de color. Otra acción se genera al dar clic en alguna banda de la resistencia, un script generará al realizar esta acción el despliegue de un menú que muestra los colores a los que puede cambiar esa banda en la resistencia. Queremos aclarar que un prim puede tener dentro de sí múltiples scripts. Ya creada la resistencia se unen todos los prim para que formen un solo objeto, hacemos un merge (unión de objetos), para que al moverla o modificarla se mantenga siempre unida y guardando proporciones. Para crear otra resistencia podemos, simplemente seleccionar el prim y darle copiar. Tendremos entonces, otra resistencia similar en apariencia pero con distintos UID's. Ahora debemos adecuar nuestro módulo de moodle para que identifique con que resistencia estamos trabajando. Les llamamos para este caso: resistencia 1 y resistencia 2. Proseguimos la creación del voltímetro, el procedimiento es algo más sencillo, necesitamos una forma que asemeje la de un voltímetro. Luego le damos el color amarillo para que tome la apariencia de un voltímetro modelo y marca conocido y con una imagen de la parte frontal de un voltímetro le damos una apariencia lo más realista posible, como se observa en la

experimentos donde cambie la escala con que se mide una variable o medir otros parámetros del circuito como, corriente y resistencia. Los valores del voltaje que aparecerán en el LCD de ambos voltímetro son procesados en el módulo de moodle, que les envía a los prims los resultados obtenidos. El prim final en este diseño es la batería (pila eléctrica) que consta de un cilindro que usa de piel la imagen de una batería, esto le da una apariencia realista, y como mencione en los prims anteriores solo hay que indicarle cuales es su valor de voltaje para que entonces el circuito cobre vida, con unas cuantas uniones que nos permitan ver la forma que tiene nuestro circuito y como van unidos los elementos.



Figura 8. Voltímetro para pruebas de circuito básico.

#### IV. RESULTADOS

Las pruebas iniciales del circuito virtual se realizaron en el laboratorio C.I.T.I.C. de la Facultad de Informática Electrónica y Comunicación de la Universidad de Panamá. En la primera prueba cambiábamos los colores de las resistencias y verificamos que el cálculo de su valor nominal fuese correcto. Igualmente este valor nominal calculado debía ser enviado desde el moodle hacia el cilindro principal que forma la estructura de la resistencia para que los estudiantes pudieran saber en todo momento cual es el valor nominal de la resistencia que han estado variando. El cambio se realiza a

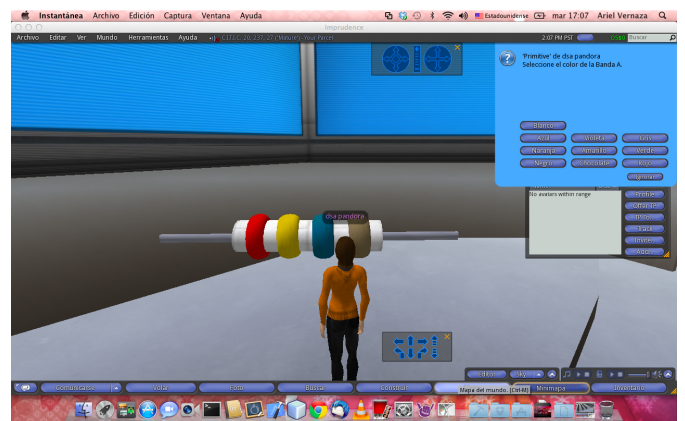


Figura 9. Menú Primera Cifra Significativa.

través de un menú del Metaverso que se activa al dar clic sobre la banda, como se observa en la Figura 9. esta comunicación

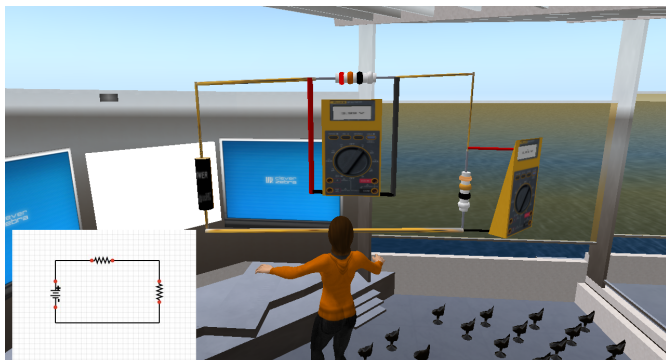
de cada una de las bandas de esa resistencia hace el cálculo del valor nominal y lo envía hacia el primer valor nominal calculado para esa resistencia.

La segunda prueba se concentró en los voltímetros, con el apoyo de estudiantes, se realizaron pruebas de este circuito, ellos variaban los valores de las resistencias y estos valores deberían influir en el voltaje que cada una de las resistencias del circuito mostraba, como se observa en la Figura 10. Se hicieron ajustes en el despliegue de los valores como la cantidad de cifras significativas que se muestran en los voltímetros, para ofrecer una lectura apropiada de los valores de tensión (voltaje) resultantes. Aclaramos que cualquier cambio que se realice a los colores de las resistencias, afectara su valor nominal y el valor del voltaje medido por los voltímetros para todos los usuarios en el universo virtual. Esto puede ser una dificultad al realizar una prueba desde el moodle ya que si se les asigna a los estudiantes hacer diversas pruebas es posible que interfieran entre ellos mismo al momento de hacer cambios. Una recomendación que se debe hacer al respecto de esta simulación es sobre la concurrencia en el uso de simulaciones generadas por el Metaverso dentro del moodle, será necesario colocar asignaciones grupales donde intervengan un grupo pequeño de estudiantes en la que cada grupo pueda generar una copia del simulador del circuito, de esta forma evitamos que las actividades de un estudiante interfieran con las actividades de otro.



Figura 10. Prueba de los Voltímetros.

Inclusive es posible invitar a otros profesores a que se unan a la clase ya sea con un avatar en el mundo virtual o en una sesión de streaming con el servidor de red5 integrado previamente al moodle.



El circuito resultante lo podemos observar en la Figura 11. En el podemos apreciar, todos los elementos creados con anterioridad funcionando como un solo sistema simulando el comportamiento de un circuito.

## V. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Otra prueba importante, que se realizó adicionalmente, fue la de la manipulación del mundo virtual utilizando visión artificial. La idea es implementar una interfaz hombre máquina más amigable que perciba los movimientos de la mano de un usuario para manipular el mundo virtual. Para esto se utilizó una cámara web de alta definición; aún esta interfaz de comunicación está en fase de desarrollo, pero podemos adelantar que la experiencia se centra en fijar las manos del usuario y hacer un rastreo de sus movimientos. Si el sistema detecta un patrón específico, entonces envía el comando al mundo virtual a través de xml-rpc, como vemos en la Figura 12.

El principal problema en esta fase es la iluminación que al momento de tratar de distinguir los movimientos de la mano puede generar falsos positivos. Se ha planteado el posible uso de la interfaz del Kinect o una cámara estéreo con el fin de eliminar el problema de la iluminación utilizando algoritmos de reconocimiento mucho más veloces y efectivos [7]. Se

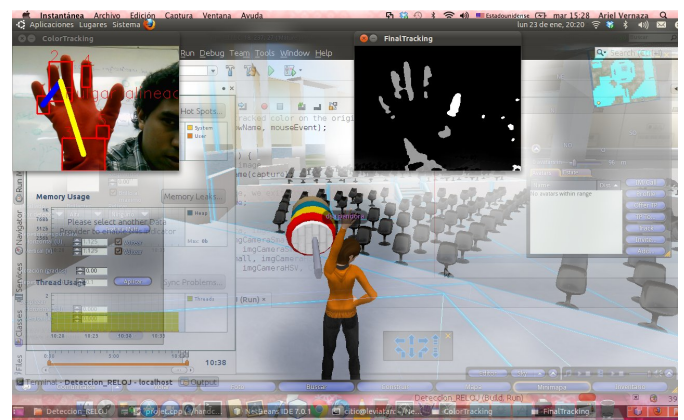


Figura 12. Manipulación del Mundo Virtual desde OpenCV .

realizó una prueba con el Red5 y OpenCV para observar el mundo virtual a través de realidad aumentada, se pudo producir algunos avances a pesar de tener el mismo problema al reconocer las manos del profesor. En este experimento el mundo virtual es traído sobre un código AR(código de Realidad Aumentada) [8]. A esta prueba aun le faltan algunos detalles ya que hemos traído pudimos traer el streaming del mundo virtual, sin embargo el objetivo de esta experiencia es traer únicamente el primer que hace la simulación para que el profesor simule manipularla fuera de la computadora, la idea la mostramos en la Figura 13. La última prueba fue la realizada desde un teléfono inteligente Android 2.2. La idea era probar si un estudiante era capaz de iniciar sesión en la plataforma desde una red 3G en Panamá. La prueba se realizó en el transporte público de la ciudad de Panamá. Durante ese tiempo, el estudiante en la plataforma manipulaba los objetos y utilizaba el simulador. En el viaje se pudo percibir

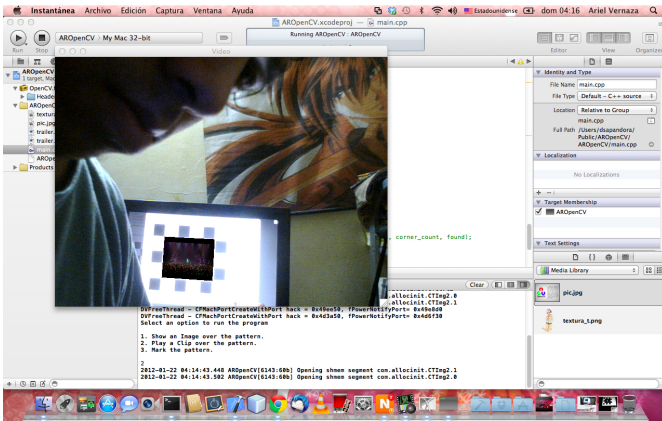


Figura 13. Prueba de transmisión a un Código AR.

la simulación, como vemos en la Figura 14. Se ha planteado unas pruebas adicionales reduciendo los elementos que el sistema debe transmitir cuando se encuentra en una red 3G [9]. Es recomendable continuar los experimentos de este punto como otra línea de investigación.



Figura 14. El Metaverso en un Teléfono Inteligente.

## VI. CONCLUSIONES

En este artículo hemos presentado los avances en el desarrollo de un Campus Virtual basado en Mundos Virtuales que estamos implementando en la Universidad de Panamá utilizando software libre con el fin de tener una plataforma abierta, flexible, estándar y accesible por distintos tipos de dispositivos. Trabajar con mundos virtuales y realidades híbridas es una forma interesante de apoyar el aula de clases con nuevas tecnologías. Es posible que muchos profesores se sientan preocupados al momento de tener que manipular una proyección de un objeto al que realmente no están tocando, por lo que es necesario seguir mejorando la interfaz de comunicación entre el mundo virtual y el mundo real. La idea de tener estudiantes atendiendo las clases desde donde se encuentren es otro elemento atractivo al usar Metaverso, ya que no quedamos con el hecho de transmitir las clases en un vídeo streaming, sino que las damos la oportunidad de participar en la misma con los elementos que se están usando

un laboratorio, ya no en un tablero bidimensional, sino con la forma que realmente tienen estos objetos. Las simulaciones que se pueden realizar no quedan sólo en este experimento, actualmente se estudia la posibilidad de integrar el mundo virtual con una aplicación que genera circuitos de forma que cualquier circuito generado tenga su representación en el mundo virtual. Gracias a los motores de física con los que el mundo virtual cuenta, es posible realizar cualquier tipo de simulación, desde pruebas de análisis de señales hasta hacer un laboratorio completo de TICs.

## AGRADECIMIENTOS

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 D/030240/10 de la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID) que ha subsidiado el equipamiento y los insumos requeridos para el presente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Stephenson N. *Snow Crash*, Editorial Gigamesh ISBN: 9788496208629, 1992.
- [2] Campus Virtual *campus virtual*, <http://campusvirtual.up.ac.pa>, 2012.
- [3] Castronova E. *Virtual Worlds: A First-Hand Account of Market and Society on the Cyberian Frontier*, CESifo Working Paper Series No. 618, 2001.
- [4] OpenSim Community *Open Simulator*, [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page), 2010.
- [5] Osgrid, *Osgrid*, <http://www.osgrid.org/index.php>, 2011.
- [6] Imprudence Viewer, *Imprudence Viewer*, <http://wiki.kokuaviewer.org>, 2012.
- [7] P. Viola and M. Jones, *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features* *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2001, p. 511.
- [8] Kantonen, T., VTT Tech. Res. Centre of Finland, Espoo, Finland Woodward, C.; Katz, N. *Mixed reality in virtual world teleconferencing*
- [9] Thompson C.W. Dept. of Comput. Sci. and Comput. Eng. Univ. of Arkansas, Fort Smith AR. *USA Next-Generation Virtual Worlds: Architecture, Status, and Directions*