

MODELO PARA LA INTEROPERABILIDAD DE CONTENIDOS EDUCATIVOS EN DIVERSAS PLATAFORMAS

INTEROPERATION MODEL FOR EDUCATIONAL CONTENT IN DIFFERENT PLATFORMS

Adriana Xiomara Reyes-Gamboa, M.Sc.

*Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Medellín, Colombia
axreyes@elpoli.edu.co*

Luis Felipe Uribe-Velásquez, Est.

*Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Medellín, Colombia
luisuribe82@elpoli.edu.co*

Santiago Cataño-Orozco, Est.

*Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Medellín, Colombia
santiago_catano82103@elpoli.edu.co*

(Recibido el 01-11-2013. Aprobado el 20-12-2013)

Resumen. Este artículo presenta los resultados del proyecto de interoperabilidad entre plataformas “diseño de un modelo para la interoperabilidad de contenidos educativos en las diversas plataformas basadas en la nube”, el cual busca el correcto despliegue de contenidos audiovisuales en las diferentes plataformas de los dispositivos, el modelo desarrollado se basó en una caracterización de cada una de las plataformas en busca de funcionalidades comunes entre ellas. Este modelo fue validado mediante un caso práctico donde un grupo de personas utilizó el modelo y evaluó su desempeño y despliegue de los contenidos en cada uno de los dispositivos.

Palabras clave: Televisión digital, e-learning, m-learning, t-learning, Kurogo, Interoperabilidad de contenidos.

Abstract. This article presents the results of cross-platform interoperability project “design of a model for the interoperability of educational content on the various platforms based on the cloud,” which seeks the proper deployment of audiovisual content in the different platforms of the devices, the model is developed based on a characterization of each of the platforms to find common functionality between them. This model was validated by a case study where a group of people used the model and evaluated its performance and deployment of content on each of the devices.

Keywords: Digital Television, e-learning, m-learning, t-learning, Smartphone, Kurogo, Content Interoperability.

1. INTRODUCCIÓN

Con la expansión de la televisión digital interactiva (TVDi), el número de aplicaciones y contenidos accesibles desde la televisión está en aumento [1]. En los últimos años la llegada de esta tecnología ha permitido cambiar la concepción de estas aplicaciones o contenidos. La TVDi ha propiciado que los usuarios puedan ser interactivos y a su vez abandonen su pasividad tradicional [2]. Con ello se ha conseguido dar una nueva óptica a procesos de formación a través del televisor mucho más semejante a la que se realiza en el entorno del PC [3], donde se interactúa mientras se aprende por medio del Internet, proporcionándole herramientas similares a las que vemos en la Internet tales como: posibilidad de consultar o extender la información presentada, combinar contenidos multimedia (audio, vídeo, texto), participación en foros de opinión, etc. Debido a esta aproximación al mundo del internet y en busca de mayor movilidad también se incursiona en el entorno de los dispositivos móviles, donde el usuario podrá tener acceso a contenidos educativos desde cualquier lugar y en cualquier momento, manteniendo la interactividad [4]. En numerosas ocasiones se ha intentado crear sistemas para t-learning (Aprendizaje por medio del televisor) basados en sistemas existentes de e-learning (Aprendizaje por medio del computador) sin tener en cuenta las características de cada uno, llevando estos intentos al fracaso por la poca adaptación de los sistemas [5], tanto, de e-learning a t-learning como de e-learning a m-learning (Aprendizaje por medio de dispositivos móviles). Este proyecto busca presentar un modelo que permita la interoperabilidad de contenidos educativos desde las diversas plataformas (e-learning, t-learning, m-learning), para caracterizar la información de los estándares y normas de cada plataforma, desarrollar el modelo basado en la caracterización, implementar el modelo por medio de un prototipo y validar los resultados obtenidos del prototipo. El artículo está organizado de la siguiente forma: Información de las características de las normas y estándares internacionales de las plataformas para definir el modelo para la interoperabilidad; Modelo para la interoperabilidad, explicación breve de las partes que conforman el modelo; Prototipo basado en el modelo; validación del modelo y Conclusiones.

2. REVISIÓN LITERARIA

Se realizó una revisión documental, análisis y caracterización de la información de las normas y estándares internacionales, clasificándolos por plataformas de la siguiente manera: estándares internacionales de transmisión de la televisión digital, principales estándares para el acceso a contenidos en la televisión digital, principales estándares para el acceso y desarrollo de contenidos en dispositivos móviles, principales estándares para la creación y generación de contenidos, y por ultimo, formatos de codificación y decodificación de audio y video.

2.1. Estándares Internacionales de Transmisión de la Televisión Digital

DVB: (Digital Video Broadcasting), es un estándar de transmisión utilizado por la TVDi, es el estándar europeo y es el estándar escogido por Colombia para la transmisión de TVDi. Las plataformas de televisión digital utilizan los estándares de transmisión de DVB (DVB-C para cables, DVB-S para satélites y DVB-T para terrestres). El estándar DVB-T permite los modos de recepción portátil y móvil, además admite el acceso a servicios avanzados de televisión y la entrada a los servicios interactivos [6].

ISDB: Es un estándar de transmisión utilizado por la TVDi, es el estándar Japonés-Brasileño. ISDB también tiene varias versiones para cable (ISDB-C) y para satélite (ISDB-S). La norma ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial) es de origen japonés. Ha sido desarrollada por el consorcio ARIB (Association of Radio Industries and Business). Se encuentra documentada en el estándar ARIB STD-B31 [7].

ATSC: (Advanced Television Systems Comité) es un estándar de transmisión utilizado por la TVDi, es el estándar Norteamericano, establece lo que se denomina (Moving Pictures Expert Group) MPEG, como el modelo para la codificación tanto del audio como del video [6].

2.2. Principales Estándares para el Acceso a Contenidos en la Televisión Digital

MHP: (Multimedia Home Platform) Es un sistema intermediario (middleware), diseñado por el proyecto DVB y estandarizado por la ETSI. MHP define una plataforma común para las aplicaciones interactivas

de la televisión digital, independiente tanto del proveedor de servicios interactivos como del receptor de televisión utilizado. El MHP se establece por normas DVB sobre emisión y los servicios interactivos en todas las redes de transmisión incluyendo la transmisión satélite, el cable, redes terrestres y sistemas de microondas [8].

HbbTv: (Hybrid Broadcast Broadband TV) es una plataforma de emisión de contenidos bajo demanda que combina los servicios de radiodifusión (Broadcast) y banda ancha (Broadband). ofrece una plataforma tecnológica abierta y neutral que integra perfectamente los contenidos de televisión digital (satélite, cable o terrestre) con servicios de banda ancha permitiendo el acceso a servicios de Internet para todos aquellos espectadores que dispongan de un televisor o decodificador con HbbTV [9].

2.3. Principales Estándares para el acceso y desarrollo de contenidos en dispositivos móviles

THE KUROGO™ MOBILE PLATFORM: Es un Middleware Optimizado de código abierto para dispositivos móviles creado para desarrollar sitios web ricos en contenidos y aplicaciones móviles para iOS y Android. Los navegadores web para móviles varían ampliamente en capacidades de velocidad, en el tamaño de la pantalla, y la representación, pero los usuarios deben tener acceso a los mismos datos, independientemente del dispositivo con el cual acceden a la página. Cuando un navegador ingresa a un sitio web, Kurogo detecta la identidad del navegador y genera páginas adaptadas al dispositivo, presentando los datos originales [10].

J2ME O JAVA ME: Java Platform, Micro Edition (Java ME) ofrece un entorno flexible y sólido para aplicaciones que se ejecutan en dispositivos móviles e integrados: teléfonos móviles, TDT, reproductores Blu-ray, dispositivos multimedia digitales, módulos M2M, impresoras y mucho más. La tecnología Java ME se creó originalmente para solucionar las limitaciones asociadas a la creación de aplicaciones para pequeños dispositivos. Con este fin Oracle ha definido los fundamentos de la tecnología Java ME para adaptarse a entornos limitados y hacer posible la creación de aplicaciones Java que se ejecuten en pequeños dispositivos con memoria, visualización y potencia limitadas [11].

OMNI MOBILE PLATFORM 2ND EDITION FROM ALIGO: Es una plataforma móvil que tiene el mejor entorno para la construcción, despliegue y gestión de aplicaciones móviles. Es compatible con prácticamente cualquier tipo de dispositivo de mano inalámbrico. Se ejecuta, en virtud de su arquitectura de servidor de aplicaciones Java, en muchas plataformas. Su entorno de diseño visual hace que la construcción del diseño de aplicaciones móviles sea sencilla y ágil [12].

2.4. Principales Estándares para la Creación y Generación de Contenidos

SCORM: (Shareable Content Object Reference Model) es una suite de estándares técnicos que habilitan a los sistemas de aprendizaje basados en la web para encontrar, importar, compartir, rehusar y exportar contenidos en una forma estandarizada. Definir cómo los elementos de instrucción individuales son combinados a nivel técnico y un conjunto de condiciones necesarias para que el software use los contenidos [13].

ESTÁNDAR IEEE LOM: (Learning Object Metadata) es el estándar de metadatos para objetos de aprendizaje elaborado por IEEE. Establece un esquema de datos conceptual que define la estructura de un registro de metadatos (denominado instancia de metadatos) para un objeto de aprendizaje. Dicha instancia describe características del objeto agrupadas en nueve categorías: general, ciclo de vida, meta-metadatos, educativas, técnicas, derechos, relaciones, anotaciones y clasificaciones [14].

ESPECIFICACIÓN IMS-LD: (learning design) Los diseños para el aprendizaje son un tipo concreto de objetos para el aprendizaje en los cuales se determina una secuencia y definición de actividades para un propósito educativo concreto [15].

2.5. Formatos de Codificación y Decodificación de Audio y Video

FORMATOS MPEG: MPEG es un grupo de trabajo de un subcomité de ISO/IEC (International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission) encargada del desarrollo internacional de estándares para la compresión, descompresión, procesado y representación codificada de vídeo, audio y su combinación.

		Características					
Estándar		Interoperabilidad	Reusabilidad	Manejabilidad	Accesibilidad	Durabilidad	Escalabilidad
TVDi	DVB-2T	X		X	X	X	X
	HBBTV	X	X	X	X	X	X
	MHP	X		X	X		X
Formato	MPEG	X	X	X	X	X	X
Contenidos	SCORM	X	X	X	X	X	X
	IEEE LOM		X	X	X	X	X
	IMS-LD	X	X	X			
Dispositivos Móviles	J2ME	X		X	X	X	X
	Kurogo	X	X	X	X	X	X
	Omni Mobile	X		X	X		

Figura 1. Análisis de las características de las normas y estándares.

MPEG-1, el estándar para el almacenamiento y recuperación de imágenes en movimiento y audio en almacenamiento de medios de comunicación (aprobado en noviembre de 1992).

MPEG-2, el estándar para la televisión digital (aprobado en noviembre de 1994).

MPEG-4, el estándar para las aplicaciones multimedia. La versión 1 fue aprobada en octubre de 1998 y la versión 2 fue aprobada en diciembre de 1999.

MPEG2 y MPEG4 son dos formatos de compresión de audio / vídeo que son ampliamente utilizados en muchas aplicaciones multimedia; MPEG2 y MPEG4, dos versiones de capas en tecnologías de codificación, que se utilizan para comprimir los archivos de datos de audio y vídeo, por lo que su transmisión y su uso es más sencillo. [16].

Los resultados logrados por este numeral fueron obtener un documento detallado con las características de las normas y estándares internacionales, para luego con esta información aclarar el panorama sobre las normas y los estándares más útiles, apropiados y con mayor nivel de beneficio para su posterior utilización en el desarrollo del modelo que permita la interoperabilidad de contenidos educativos entre las diversas plataformas.

Este numeral aportó el análisis de las principales características de las normas y estándares para la

posterior toma de decisiones sobre cuál norma o estándar es el más apropiado utilizar, permitiendo identificar las que presentan mejores características funcionales en cuanto a la Interoperabilidad y Accesibilidad de los contenidos desde dispositivos, obteniendo como principales conclusiones el uso del Middleware Kurogo para permitir el acceso a los contenidos desde cualquier sistema operativo de los dispositivos móviles. Esta elección surgió por el excelente desempeño que presentó esta plataforma tanto en la evaluación de sus características como en la pruebas piloto realizadas a esta. Además de esta plataforma también serán utilizados los siguientes estándares y normas: el estándar DVB-2T como el estándar internacional de transmisión de TVDi escogido por Colombia; MHP como el middleware para la TVDi; MPEG como el formato de codificación y decodificación de audio y video de los contenidos; y SCORM como estándar óptimo para la generación de contenidos.

3. MODELO PARA LA INTEROPERABILIDAD

Con la caracterización y análisis de las normas y estándares internacionales se procede a la realización del modelo presentado que según lo investigado permite interoperabilidad de contenidos entre las diversas plataformas de los dispositivos, como se presenta en la figura 2.

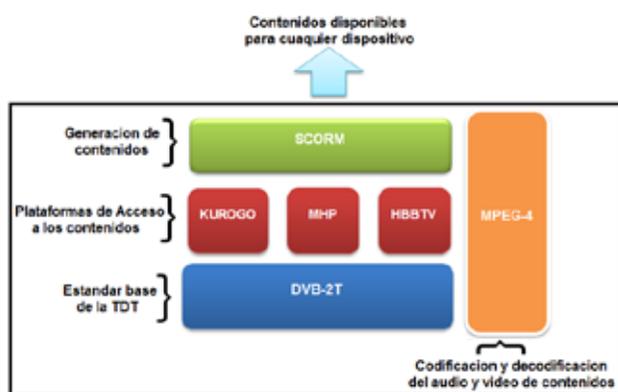


Figura 2. Modelo para la interoperabilidad.

Descripción Del Modelo. El modelo anteriormente presentado es el que permite la interoperabilidad de contenidos entre los diferentes dispositivos y está compuesto de los siguientes estándares:

Como primer componente y en el primer nivel está el estándar DVB-2T que es el estándar internacional elegido por Colombia para la transmisión de Televisión Digital Terrestre; este servirá como base en el modelo, debido a que es el estándar que utiliza actualmente el país y además porque es un estándar muy explorado y optimizado a nivel europeo, lo cual gracias a su experiencia y estudio se destaca por permitir los modos de recepción portátil y móvil, además de admitir el acceso a servicios avanzados de televisión y la entrada a los servicios interactivos.

En el segundo nivel se encuentran las plataformas de acceso a los contenidos entre las cuales están: MHP que es el software intermediario que define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de la televisión digital. Este software se encarga de proporcionar al usuario los servicios a través de un sistema de menús en la pantalla de su televisor, lo que permite la interacción entre el cliente y el sistema; este software está instalado en el Set Top Box y sirve de intermediario entre las aplicaciones y el sistema operativo del Set Top Box o decodificador. Esta plataforma que compone el modelo, está dirigida a proporcionar interoperabilidad entre los contenidos desarrollados para la televisión y para el computador. Otra plataforma es HbbTv que es una plataforma de emisión de contenidos bajo demanda, combinando los servicios de radiodifusión (Broadcast) y banda ancha (Broadband), entregando al usuario un servicio de entretenimiento y acceso a servicios de Internet a través de una pantalla de televisión. Esta pla-

taforma garantiza mayor interactividad debido a que aporta total ubicuidad con la posibilidad de acceder a los contenidos desde cualquier lugar y cualquier dispositivo, característica esencial para el éxito del modelo propuesto y con lo cual se pretenderá demostrar la interoperabilidad de los contenidos entre los diferentes dispositivos. Otra de las plataformas de acceso a los contenidos es Kurogo que es un middleware para los dispositivos móviles, o sea, es un software intermediario que define una plataforma común para el correcto despliegue de contenidos en los diferentes sistemas operativos de los dispositivos móviles, permitiendo el despliegue de contenidos en cualquier tipo de dispositivo móvil que cuente con acceso a internet.

En el tercer nivel se encuentran los estándares para la generación de contenidos educativos entre los cuales están: SCORM que es una suite de estándares técnicos que habilitan a los sistemas de aprendizaje basados en la web para encontrar, importar, compartir, rehusar y exportar contenidos en una forma estandarizada; este estándar tiene una base sólida debido a que integra elementos de varios estándares ya existentes como (AICC, IMS, IEEE etc.). De IMS recoge la descripción de cursos en XML, como forma de separar contenidos de presentación; y de AICC recoge el mecanismo de intercambio de información mediante una API; este estándar básicamente consiste en empaquetar contenidos para luego ser ingresados a una biblioteca digital para su utilización y reutilización, este es el estándar más utilizado, debido a que tiene muy claros sus objetivos como interoperabilidad, interconexión, facilidad y regulación de los procesos de enseñanza. Es muy importante que el modelo propuesto establezca un estándar principal a seguir para la generación de contenidos, debido a que es más fácil tomar un contenido estandarizado con algún estándar para evaluar su despliegue entre los diferentes dispositivos; el más indicado sería el SCORM porque integra los aspectos más relevantes e importantes de los demás estándares.

Conjuntamente con los tres niveles presentados anteriormente se encuentre el estándar MPEG que es el encargado de la compresión, descompresión, procesado y representación codificada de vídeo, audio y su combinación. El estándar DVB establece lo que se denomina (Moving Pictures Expert Group) MPEG, como el modelo para la codificación tanto del audio como del video. Por lo general cada plataforma de acceso a los contenidos tiene en sus recursos un procesador MPEG que es el que permite procesar

los contenidos, los cuales están típicamente codificados en formatos MPEG-2 o MPEG-4, para luego ser enviados en un paquete de transporte MPEG a través de IP y después ser accedido desde cualquier equipo con conexión a internet. Con este modelo se espera lograr la interoperabilidad de contenidos entre las diversas plataformas de los dispositivos para poder acceder a contenidos educativos a través de Internet desde cualquier tipo de dispositivo.

4. PROTOTIPO DEL MODELO

El prototipo del modelo desarrollado está basado en la plataforma Kurogo, la cual presentó mayores beneficios de despliegue de contenidos en las diferentes plataformas de los dispositivos; además ofrece mejores resultados debido a que también se integra bien con otras plataformas de código abierto (como Drupal) y fomenta el uso de fuentes de datos que cumplan con los estándares abiertos (como RSS, ICS, KML, etc.) Esto significa que el usuario puede integrar las mismas fuentes de datos con Kurogo que se utilizan con otras aplicaciones y viceversa. Por este motivo se utilizó dicha plataforma que es Open source o código abierto que significa que el usuario sabe lo que está ejecutando en el servidor. Cada línea de código y la función está a la vista. El usuario no tiene que preocuparse de código desconocido manipulando el sistema o comprometiendo su seguridad.

El framework utiliza una serie de librerías de código para modularizar y abstraer determinados procesos y fomentar la reutilización de código. Casi todas las bibliotecas existen como clases PHP y estas son utilizadas y contenidas en los módulos que a su vez incluyen archivos CSS y JavaScript que son específicos para ese módulo.

Al utilizar Kurogo se configura y ejecuta una máquina virtual de Kurogo que es el servidor de aplicaciones y contenidos que al estar activado permite por medio de la IP acceder a los contenidos alojados en los módulos dentro de la plataforma desde cualquier dispositivo que tenga acceso a Internet sobre la misma red en la que se encuentre el servidor de contenidos.

Para el desarrollo del prototipo luego de ejecutar la plataforma se accede a la misma, donde se creó un nuevo módulo en la plataforma llamado *Contenidos* al cual se le añadieron los contenidos para realizar las pruebas necesarias en los dispositivos.

Los contenidos creados dentro de este módulo son:

- El colombiano, en el cual se espera evaluar el acceso, despliegue de los contenidos (imágenes, videos y textos) y la navegación básica en un sitio de Internet común.
- Moodle, en el cual se espera evaluar el acceso y despliegue de los contenidos educativos (Archivos de office y gráficos).
- Normas de Tránsito, en el cual se espera evaluar el acceso y despliegue de los contenidos educativos (imágenes, videos y textos), este contenido fue desarrollado como complemento del trabajo de grado y consiste en una página en PHP modularizada en clases y basado en el modelo vista /controlador donde básicamente se presenta una página principal con información introductoria de las normas de tránsito y dos páginas auxiliares donde se presentan, en una página las imágenes de las normas de tránsito y en la otra un video educativo sobre las señales de tránsito. Con estos contenidos creados dentro del módulo fue evaluado el despliegue de dichos contenidos en cada uno de los siguientes dispositivos, como se presenta en las figuras 3 a la 8.
- Smartphone BlackBerry Thorch.
- SO: BlackBerry 7- Pantalla de 3.2 pulgadas con resolución de 360 x 480 pixeles.
- Smartphone Iphone 4G.
- SO: iPhone OS 4.2.1- Pantalla de 3.5 pulgadas con resolución de 320 x 480 pixeles.
- Smartphone Samsung Galaxy SIII.
- SO: Android 4.1.2 (JELLY BEAN) - Pantalla de 4.8 pulgadas con resolución de 720 x 1280 pixeles.
- Computador Toshiba Satellite L655.
- SO: Windows 7- Pantalla de 17 pulgadas con resolución de 1336 x 768 pixeles.
- Tablet IPAD mini II.
- SO: iOSX 10.6.8 - Pantalla de 7.9 pulgadas con resolución de 1024 x 768 pixeles.
- Televisor Panasonic conectado a un STB Logitech Revue.
- SO: Android 3.2 - Pantalla de 3.2 pulgadas.
- STB (Set Top Box): En las pruebas de la televisión digital es usado un Logitech Revue el cual permite tener acceso a los contenidos que se encuentran en internet, en este caso acceder a la plataforma Kurogo e ingresar a los contenidos alojados allí y poderlos visualizar desde la televisión.

Pruebas de acceso y despliegue sobre el BlackBerry Torch.



Figura 3. Pruebas en BlackBerry Torch.

Pruebas de acceso y despliegue sobre el IPHONE 4G.

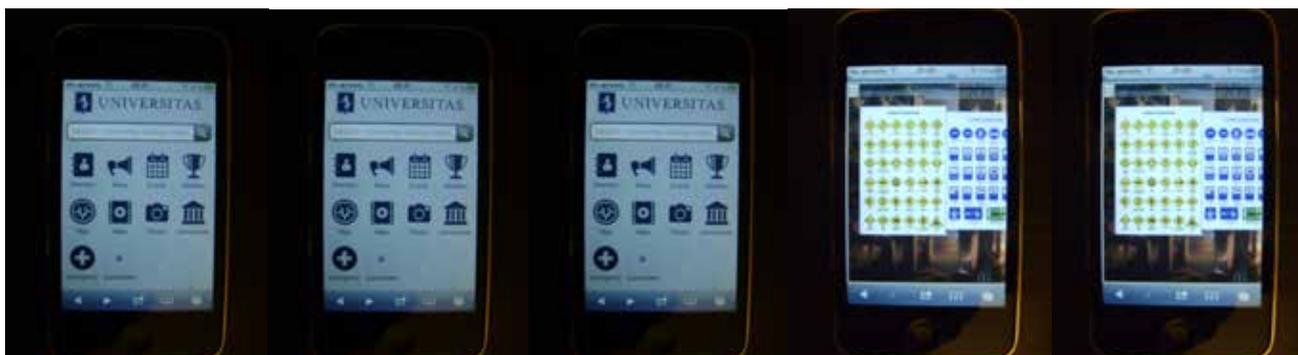


Figura 4. Pruebas en IPHONE 4G.

Pruebas de acceso y despliegue sobre el Samsung Galaxy SIII.



Figura 5. Pruebas en Samsung Galaxy

Pruebas de acceso y despliegue en TV con el STB Logitech Revue.



Figura 6. Pruebas en TV con el STB Logitech Revue.

Pruebas de acceso y despliegue sobre el mini IPAD II.



Figura 7. Pruebas en mini IPAD II.

Los resultados logrados por este numeral fue lograr implementar el prototipo del modelo mediante la plataforma Kurogo, creando un módulo de contenidos en el cual se generaron tres escenarios de prueba para realizar la verificación del funcionamiento, acceso y despliegue de los contenidos en cada uno de los dispositivos propuestos para las pruebas, obteniendo resultados exitosos en la totalidad de la pruebas realizadas en cada dispositivo mostrando los contenidos satisfactoriamente y garantizando la interoperabilidad de los contenidos entre las diversas plataformas de los dispositivos.

5. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación del modelo fue realizada por medio de una evaluación de desempeño del prototipo que permite la interoperabilidad de contenidos en las diversas plataformas. Esta evaluación de desempeño consiste en una encuesta que fue realizada a una muestra de 50 personas en la cual se cuestiona el desempeño del prototipo en el despliegue y acceso a los contenidos, cada persona del total de la muestra

pudo evaluar el prototipo en cada escenario de pruebas y con cada dispositivo. A través de encuestas realizadas a una muestra de 50 personas, se llegó a la siguiente conclusión respecto a lo que la gente piensa de que si cualquier persona es capaz de ingresar a los contenidos para luego visualizarlos. Un 94% piensa que sí, mientras que un 6%(3 personas) piensa que no.

Los resultados logrados por este numeral fue la validación del modelo por medio del prototipo mediante esta encuesta de desempeño de la cual se concluyó que el proyecto es pertinente y ofrece beneficios a la sociedad, que el TV con el STB Logitech Revue fue el que mejor acceso, despliegue y visualización tubo entre todos los dispositivos y el Nokia presento los resultados mas bajos, también se concluyó que en general las pruebas realizadas fueron exitosas y que los escenarios de las mismas cumplieron con su objetivo de validar la interoperabilidad de los contenidos en las diversas plataformas de los dispositivos.

6. CONCLUSIONES

Con el análisis realizado en este artículo sobre las normas y estándares internacionales se ha propuesto un modelo que permite la interoperabilidad de contenidos entre las plataformas de los dispositivos, este modelo fue validado por medio del desarrollo de un prototipo que a su vez fue evaluado mediante una encuesta de desempeño que verifica el correcto funcionamiento y cumplimiento del propósito de este modelo. De cara al futuro se han considerado diversas líneas de trabajo. Una de ellas es evaluar el acceso y despliegue en mayores dimensiones para identificar posible mejoras y perfeccionar más el diseño del modelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Bellotti. (2009, 16 Ago.). "T-learning Courses Development and Presentation Framework." *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, 2008, vol. 3, (3), pp. 69 – 76 Disponible en: <http://ewh.ieee.org/soc/e/sac/meem/index.php/meem/article/viewFile/33/30>.
- [2] C. Heeter. (2000). "Interactivity in the Context of Designed Experiences", *Journal of Interactive Advertising*, vol. 1, no. 1. Disponible en: <http://jiad.org/article2>
- [3] M. Lytras, Ch. Lougos, P. Chozos and A. Pouloudi. "Interactive Television and e-Learning Convergence: Examining the Potential of t-Learning" [online], 2002. Disponible en: http://reference.kfupm.edu.sa/content/p/o/pouloudi__interactive_television_and_e_l_119160.pdf
- [4] T. Georgiev, E. Georgieva and A. Smrikarov. "M-Learning - a New Stage of E-Learning", 2004, International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech. Disponible en: <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/cst04/index.php?cmd=dPage&pid=cpr>
- [5] J. Perrinet, X. Pañeda, C. Acevedo, J. Arciniegas, S. Cabrero, D. Melendi, R. García. "Adaptación de una aplicación de e-Learning a t-Learning", V Congreso Iberoamericano de Telemática. CITA, Gijón, España, Julio 2009.
- [6] A. González and K. Jiménez, "La televisión digital interactiva y sus aplicaciones educativas," *Comunicar, Revista Científica de Comunicación y Educación*, N° 26, pp. 93-101, 2006.
- [7] R. Soletto, D. Durán and J. Joskowicz, "Sistema de Transmision ISDB-T." *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*, N° 9, 2011.
- [8] Digital video broadcasting DVB. Multimedia Home Platform, Open Middleware for Interactive TV. DVB Fact Sheet - May 2011. Disponible en: http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-MHP_Factsheet.pdf
- [9] Hybrid Broadcast Broadband TV, "HbbTv. About HbbTV® Specification Version 1.5, Agosto 2012". Disponible en: http://www.hbbtv.org/pages/about_hbbtv/specification.php
- [10] Y. Nagatoshi, M. Vale, A. Yu. "The Kurogo™ Mobile Platform: Empowering your mobile futur"e, Modo Labs. 2011. Disponible en: <http://kurogo.org/home/>
- [11] C. Gómez, "Que es J2ME", Instituto Politécnico Nacional 2580, México DF. 2012. Disponible en: <http://www.osupiita.com/index.php/proyectos/micro-edicion/que-es-j2me>
- [12] Nance, B. "Mobile middleware", Network World Global Test Alliance, Network World. 2004. Disponible en: <http://www.networkworld.com/reviews/2004/0209revmm.html>
- [13] J. Vélez, S. Baldiris, S. Nassiff, R. Fabregat, "Generación de cursos virtuales adaptativos basados en SCORM e IMS-LD." *Revista Avances en sistemas e informática*, vol. 5 (3), pp. 49-59, 2008.
- [14] D. Betrián, J. Hilera and C. Pagés, "ISO/IEC 19788 MLR: Un Nuevo Estándar de Metadatos para Recursos Educativos." *IEEE-RITA*, vol. 6, no. 3, pp. 140-145, 2011.
- [15] IMS Global Learning Consortium. "IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide, Version 1.0 Final Specification", 2003. Disponible en: http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslid_bestv1p0.html
- [16] M. Alberink, S. Iacob. "The MPEG-4 standard. Project GigaCE/D1.11," Telematica Instituut, Enschede, The Netherlands, 2002.