|  |  |
| --- | --- |
|  | UNIVERSIDAD VERACRUZANA  FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA |

ESTADO DEL ARTE

COMO REPORTE DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA:

“PRÁCTICAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA”

PRESENTA:

VÍCTOR JAVIER GARCÍA MASCAREÑAS

DIRECTORES:

M.C.C. GERARDO CONTRERAS VEGA

M.C.C. JUAN CARLOS PÉREZ ARRIAGA

XALAPA, VER. DICIEMBRE 2018

Índice

[1. Introducción 3](#_Toc531958382)

[2. Investigación 3](#_Toc531958383)

[2.1. ACM 3](#_Toc531958384)

[2.1.1. Salón de clases virtual 3](#_Toc531958385)

[2.1.2. Formación de competencias mediante objetos de aprendizaje 4](#_Toc531958386)

[2.1.3. Entrenamiento de ballet 5](#_Toc531958387)

[2.1.4. Dibujo de panoramas inmersivos 6](#_Toc531958388)

[2.1.5. Navegación virtual para personas con ceguera 7](#_Toc531958389)

[2.2. Elsevier 8](#_Toc531958390)

[2.2.1. Realidad aumentada en pantalla grande 8](#_Toc531958391)

[2.2.2. Simulador de aprendizaje en salud y ciberseguridad 9](#_Toc531958392)

[2.2.3. Herramientas de realidad aumentada para aplicaciones industriales 9](#_Toc531958393)

[2.2.4. Realidad aumentada basada en proyección 11](#_Toc531958394)

[2.2.5. Realidad aumentada para anatomía humana. 12](#_Toc531958395)

[2.2.6. Desarrollo de aplicación móvil para todos 13](#_Toc531958396)

[2.3. IEEE Explore 14](#_Toc531958397)

[2.3.1. Laboratorio virtual web de modo dual 14](#_Toc531958398)

[2.3.2. Sistema de aprendizaje con instrumentos virtuales 3D 15](#_Toc531958399)

[2.3.3. Ambiente de aprendizaje virtual 16](#_Toc531958400)

[2.3.4. Laboratorio virtual en ambiente distribuido 17](#_Toc531958401)

[2.3.5. Trabajo colaborativo con contenido gráfico en un mundo virtual 3D 18](#_Toc531958402)

[2.3.6. Laboratorio virtual consciente del contexto 19](#_Toc531958403)

[2.3.7. Realidad aumentada para aprendizaje de lenguaje 20](#_Toc531958404)

[2.3.8. Mejorando ambientes de aprendizaje virtuales con modelos 3D 21](#_Toc531958405)

[2.3.9. Información ambiental en ambientes de realidad virtual y aumentada 23](#_Toc531958406)

[2.3.10. Ejercicios de simulación para redes de computadora 24](#_Toc531958407)

[3. Conclusiones. 25](#_Toc531958408)

Tablas

[Tabla 1 - Fuentes y artículos de la investigación. 3](#_Toc531815578)

1. Introducción.

El análisis del estado del arte que se presenta se realiza como reporte de la revisión sistemática de la literatura (RSL), elaborada con la finalidad de encontrar las prácticas, herramientas y técnicas para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual y aumentada, como parte del trabajo recepcional en modalidad de trabajo práctico – técnico, titulado: “plataforma para la creación de escenarios para evaluar actividades de cableado estructurado”.

El documento describe las fuentes y artículos consultados durante el desarrollo de la RSL, así como también presenta los reportes de investigación organizados por fuente, cronológicamente por su fecha de publicación y autor (es), correspondientes a cada artículo. Los reportes incluyen información importante del artículo, como el tipo de publicación, organización, su referencia bibliográfica y un resumen del contenido.

1. Investigación.

Previo al desarrollo de la RSL, se realizó una selección de fuentes y estudios primarios para la investigación, que comprende las siguientes fuentes y artículos:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fuente | | Artículos | | |
| Nombre | Descripción | Encontrados | Seleccionados | Consultados |
| ACM | Association for Computing Machinery. Es una sociedad científica y educativa para educar acerca de la computación | 1953 | 40 | 5 |
| Elsevier | La mayor editorial de libros de medicina y literatura científica del mundo. | 864 | 30 | 6 |
| IEEE Explore | Base de datos del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE) para el descubrimiento de materiales relacionados a la ciencia de la computación, ingeniería eléctrica, electrónicos y asociados. | 36 | 30 | 10 |
| **Total** | **3** | **2853** | **100** | **21** |

Tabla 1 - Fuentes y artículos de la investigación.

Mismos que se detallan a continuación.

* 1. ACM.
     1. Salón de clases virtual.

Artículo de revista académica.

Hiltz, S. R., & Wellman, B. (1997). Asynchronous learning networks as a virtual classroom. *Communications of the ACM*, *40*(9), 44-49. https://doi.org/10.1145/260750.260764.

El artículo se centra en las comunidades virtuales o electrónicas que involucran socialización, soporte emocional y sentido de pertinencia, que se acompañan con el intercambio de información y servicios.

Cuando las redes de computadora enlazan personas y máquinas, se convierten en redes sociales, o los bloques básicos de la construcción de sociedades. Las comunidades de red consisten en grupos de relaciones informales para conectar a miembros de la comunidad sin importar donde viven o trabajan.

Muchas relaciones conectan personas tanto fuera de línea como en línea, algunos medios son las conferencias, groupwares y sistemas de correo electrónico, penales de boletines y páginas web interactivas para el intercambio de información entre miembros o clientes.

Por otro lado, existen los ALN’s, que son ambientes de enseñanza y aprendizaje diseñados para un uso en cualquier momento y lugar mediante redes de computadoras, consisten en un bloque de comunicaciones en grupo y espacios de trabajo, son instalaciones virtuales para la interacción entre los miembros de una clase.

Una clase virtual es un grupo instrumental y una comunidad donde los estudiantes intercambian soporte emocional, información y sentido de pertinencia. Los ALN’s son mejores enriqueciendo las opciones educativas cuando sirven como una forma de crear el sentido de una verdadera clase, o grupo de personas aprendiendo juntas.

* + 1. Formación de competencias mediante objetos de aprendizaje.

Artículo en conferencia.

Peña, C. I., Gómez, S. E., CMejía, & Fabregat, R. (2008). Competence Formation through Learning Objects in a Multiagent Virtual Educational Environment. En *2008 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology* (pp. 343-347). Sydney, Australia: IEEE. https://doi.org/10.1109/WIIAT.2008.400.

El trabajo se centra en acciones metodológicas orientadas para el diseño, producción y distribución de objetos de aprendizaje utilizando esquemas de instrucción para programas de formación por competencias y su rendimiento en ambientes virtuales educativos, creados siguiendo ingeniería instruccional, hipermedia adaptativa y enfoques de sistemas multi agente. Se desarrolló un ambiente de aprendizaje virtual utilizando un enfoque multi agente llamado e-escen@ri.

Actualmente los ambientes para el desarrollo profesional demandan el proceso de formación académica para extender el rango de habilidades en la adquisición de conocimiento, enfocado a entender a profundidad. Para satisfacer las demandas, las metodologías educativas para los sistemas educativos tradicionales que soportan educación en línea no son suficientes.

En el sentido de las soluciones tecnológicas para permitir la disposición de servicios de aprendizaje y de asistencia al usuario, la web semántica ha jugado un rol muy importante, ya que esta ha reforzado la inclusión de enfoques de hipermedia adaptativa en ambientes académicos, informales o corporativos.

La arquitectura del sistema fue concebida como un sistema de agentes a dos niveles para introducir atributos adaptativos para usar contenidos de aprendizaje, seguir actividades de formación y proporcionar asistencia a lo largo de todo el proceso por medio de interfaces de usuario amigables. Se buscó promover emociones a los estudiantes mediante e-escen@rio, con actividades auténticas que hagan al estudiante sentir comodidad para participar activamente en su aprendizaje.

El modelo conceptual del enfoque multi agente se compone de tres modelos: el modelo de dominio, que determina los conceptos a ser enseñados y sus relaciones con el objetivo de proporcionar una estructura global del dominio que concierne, el modelo del estudiante, que permite considerar las características del estudiante en el proceso de aprendizaje, y el modelo de interacción, que encapsula el motor adaptativo que proporciona presentación y navegación adaptativas para supervisar la interacción del estudiante con el sistema.

Los estudiantes interactúan con el ambiente por medio de herramientas particulares para obtener acceso a los servicios de aprendizaje, mientras que los agentes interactúan dentro del ambiente con los estudiantes y otros agentes para asistir automáticamente al estudiante en el filtrado de información y proceso de obtención de esta, proporcionando retroalimentación. Loa agentes pueden también aprender sobre las interacciones del estudiante para personalizar tareas específicas para cada uno.

* + 1. Entrenamiento de ballet.

Artículo de revista académica.

Kyan, M., Sun, G., Li, H., Zhong, L., Muneesawang, P., Dong, N., … Guan, L. (2015). An Approach to Ballet Dance Training through MS Kinect and Visualization in a CAVE Virtual Reality Environment. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, *6*(2), 1-37. https://doi.org/10.1145/2735951.

El artículo presenta una propuesta novedosa para la captura en tiempo real y la visualización de movimientos humanos en una configuración de realidad virtual instruccional: un sistema de realidad virtual para el entrenamiento de danza (ballet), donde se pretendía realizar una comparación y síntesis de los datos de movimiento capturados de un estudiante contra los de un entrenador, con la finalidad de realizar una evaluación al entrenamiento y desempeño de los estudiantes. Para alcanzar los objetivos, se aplicaron dos técnicas: el reconocimiento automático de gestos (movimientos) de danza y la retroalimentación mediante visuales 3D.

En la actualidad es posible capturar datos cinemáticos mediante instrumentos computarizados, que para este trabajo sirvieron como una referencia para analizar las técnicas de ballet. Los movimientos son capturados y procesados por sistemas, para después proporcionar una descripción biomecánica de los movimientos de danza, e informar a los bailarines e instructores sobre las formas de realizar ciertos movimientos y su relación con lesiones. El sistema de instrucción utiliza inteligencia computacional para reconocer gestos de danza dentro de una trayectoria de posturas registrada o predicha según las acciones del estudiante.

El sistema captura tanto los movimientos del estudiante como los del instructor mediante MS Kinect, un dispositivo de Microsoft originalmente pensado como un controlador de videojuegos con la capacidad de permitir la interacción del usuario sin la necesidad de contacto físico. Los movimientos del instructor son registrados en una base de datos para fungir como trayectorias o secuencias de gestos con las cuales comparar los movimientos de los estudiantes. La arquitectura propuesta incluye la captura de movimientos mediante MS Kinect, el reconocimiento de gestos y una base de datos como una librería de componentes gestuales.

Para la interacción del usuario con el sistema, fueron contempladas 3 etapas con apoyo de personajes virtuales: primero, el estudiante puede observar (dentro del sistema) al instructor realizando una demostración de movimientos, después, el estudiante repite la secuencia observada mientras el sistema lo captura, posteriormente se le presenta al estudiante una retroalimentación, dónde este puede conocer el grado de cercanía con la que realizó la repetición. Al final, el sistema califica la presentación del estudiante y la muestra en pantalla.

Cuando el estudiante se encuentra listo para practicar, debe entrar en una especie de cabina que cuenta con un conjunto de pantallas al tamaño del usuario, donde puede visualizar a los personajes en movimiento y la retroalimentación proporcionada. A su vez, el estudiante debe portar unas gafas especiales que contienen objetivos, es decir, marcadores de refracción que el sistema rastrea utilizando un conjunto de cámaras distribuidas entre las pantallas, y con los que puede determinar el contenido que será mostrado.

En cuanto a la implementación de la retroalimentación en realidad virtual, fue utilizado el motor 3D Unity game, una plataforma para la creación de juegos tridimensionales y simulaciones, el lenguaje de programación de Microsoft Visual C#, así como el software de MiddleVR, que facilita la creación de aplicaciones de realidad virtual con Unity, para controlar los gráficos.

Se identifica una limitación particular para el uso de MS Kinect. Para alcanzar los objetivos propuestos con el sistema, era necesario capturar todo el esqueleto del estudiante, lo cual involucra giros, sin embargo, dado que MS Kinect requiere que el estudiante se encuentre de frente a él, las secuencias de giros no fueron capturadas correctamente, por lo que este ruido producido afectó al reconocimiento y la evaluación, llevando a una calificación menos precisa.

* + 1. Dibujo de panoramas inmersivos.

Artículo en conferencia.

Araújo, A. (2017). Guidelines for Drawing Immersive Panoramas in Equirectangular Perspective. En *Proceedings of the 8th International Conference on Digital Arts  - ARTECH2017* (pp. 93-99). Macau, China: ACM Press. https://doi.org/10.1145/3106548.3106606.

El artículo trata sobre el dibujo de panoramas para realidad virtual como una opción más barata para experiencias en realidad virtual.

Los panoramas de realidad virtual se han popularizado últimamente gracias a las redes sociales, que han permitido que el usuario pueda subir su propio panorama fotográfico en 360°, y lo comparta como una experiencia de realidad virtual de una manera relativamente sencilla. La imagen se sube como una perspectiva equirectangular, y el software de renderizado de la plataforma proporciona la experiencia en realidad virtual, monitoreando la dirección de la vista del usuario para mostrarla en cada momento como una perspectiva plana.

Algunos artistas han optado por mostrar panoramas dibujados en vez de fotografiados, pues proporcionan una experiencia análoga, a una escala más pequeña y menos cara. El dibujo es aceptado por el software de renderizado en realidad virtual después de la inyección de la información EXIF (metadatos de fotografía) en el archivo de imagen.

La anamorfosis es un buen vehículo para la enseñanza de geometría descriptiva en estudiantes jóvenes, los cuales son motivados permitiéndoles la manipulación de objetos reales inmersivos que puedan compartir con sus amigos, cuya construcción requiere y facilita el aprendizaje. Los panoramas de realidad virtual se integran bien con este enfoque, ya que estos pueden compartirse a través de las redes sociales.

El hecho de poder dar clic a un menú y obtener una imagen en perspectiva puede ser esperado para mejorar el conocimiento de perspectiva, sin embargo, lo obstruye, pues lo expresa primero en operaciones primitiva de máquina más que de humano, y después vuelve al proceso una caja negra. Existe un método de conocimiento del espacio y la forma que puede ser obtenido a partir del dibujo por mano propia y el cómputo posterior en el cerebro.

La idea es traducir entre el ejecutable de máquina y el cerebral, creando ciclos de retroalimentación entre dos para mejorar el entendimiento de ambos. La visualización de realidad virtual puede fungir como ese ciclo de retroalimentación entre el humano y la máquina en el campo de renderizado de perspectivas curvilínea.

Se puede definir la perspectiva equirectangular como la composición de anamorfosis canónica sobre una esfera, seguida de la proyección equirectangular de la esfera sobre el plano. Se deben crear perspectivas equirectangulares dibujadas por el autor, pues el renderizado de panoramas de realidad virtual se encuentra disponible.

* + 1. Navegación virtual para personas con ceguera.

Artículo en conferencia.

Guerreiro, J., Ahmetovic, D., Kitani, K. M., & Asakawa, C. (2017). Virtual Navigation for Blind People: Building Sequential Representations of the Real-World. En *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility  - ASSETS ’17* (pp. 280-289). Baltimore, Maryland, USA: ACM Press. https://doi.org/10.1145/3132525.3132545.

El artículo presenta un sistema de navegación virtual basado en smartphone para soportar la navegación “giro a giro” y de anuncios POI a una locación exacta y orientación a lo largo de una ruta de camino.

Antes de visitar un nuevo lugar, a menudo las personas con ceguera exploran mapas para entender la secuencia de acciones que necesitan seguir para llegar a un destino. La meta de este trabajo es entender de qué forma proporcionar acceso simultáneo a instrucciones de navegación en una ruta para ayudar a la creación de secuencias memorables de representaciones del mundo.

El conocimiento espacial puede adquirirse indirectamente, ya sea mediante lenguajes, mapas o simulaciones virtuales. Los mapas y los modelos 3D táctiles proporcionan información espacial mediante información háptica, sin embargo, requieren de impresora especiales, tiempo y esfuerzo para diseñar e imprimir, así como cuentan con una resolución fija, lo cual dificulta presentar información detallada y multi escala.

Los enfoques basados en mapas táctiles en pantallas interactivas intentan sobrepasar las limitaciones, habilitando al usuario a explorar la pantalla mientras recibe retroalimentación auditiva y/o visual. Otros enfoques caen en la navegación virtual mediante exploración egocéntrica, usualmente con audio 3D para aumentar el conocimiento espacial de personas con ceguera.

El enfoque del trabajo es de una caminata virtual que utiliza datos del giroscopio del dispositivo para detectar gestos de caminata y giros. La interacción del sistema se realiza mediante gestos, por ejemplo, al inclinar el teléfono hacia abajo se habilita la caminata, pero al llegar a una locación que requiere de un giro, el usuario rota el teléfono hacia la dirección anunciada, recibiendo información auditiva que le notifica si puede continuar o debe parar e ir hacia otro lado.

Se intenta mimificar los giros actuales que ocurren en una locación física utilizada en ambientes virtuales inmersivos. La aplicación realiza el seguimiento completo de las rutas mediante Google o Apple Maps, donde utilizando herramientas de navegación basadas en GPS es posible ubicar la posición geográfica de la persona, e indicarle las acciones a seguir con retroalimentación auditiva.

La navegación virtual habilita a los usuarios con ceguera a construir representaciones secuenciales precisas del ambiente para llegar a una dirección específica.

* 1. Elsevier.
     1. Realidad aumentada en pantalla grande.

Artículo de revista académica.

Fiorentino, M., Uva, A. E., Gattullo, M., Debernardis, S., & Monno, G. (2014). Augmented reality on large screen for interactive maintenance instructions. *Computers in Industry*, *65*(2), 270-278. https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.11.004.

El artículo presenta un sistema de realidad aumentada para la realización de tareas de mantenimiento a distancia mediante instrucciones en tiempo real. El mantenimiento es una combinación de actividades técnicas, administrativas y de control planificadas durante el ciclo de vida de una entidad, para mantenerla o regresarla a un estado dónde una función requerida pueda ejecutarse.

Utilizar tecnología de realidad aumentada para fines de mantenimiento con instrucciones digitales en tiempo real proporciona algunas ventajas, tales como el empleo de operadores menos experimentados, ahorro de tiempo y costos, reducción de errores, contenido multimedia e información de nivel adaptable según las habilidades del usuario.

Durante su investigación en la literatura, encontraron que la mayoría de las soluciones de realidad aumentada emplean dispositivos montados en la cabeza (HDM’s) para sistemas inmersivos, sin embargo, ubican ciertos inconvenientes para este enfoque, como el campo de visión, la baja resolución, y el peso de este. La realidad aumentada no se limita al uso de HDM’s, existe un nivel de baja inmersión llamado: video basado en pantalla visto por dispositivos (SBVD), que se olvida de las complicaciones del uso de HDM’s.

Líderes de la tecnología como Google con Project Glass y Apple con iGlases, trabajan actualmente en el desarrollo de HDM’s de nueva generación, que prometen disminuir los inconvenientes. Mientras tanto, en este trabajo se decidió por un enfoque SBVD que pudiera asistir satisfactoriamente cada operación con instrucciones digitales, que involucran elementos multimedia como texto, imágenes 2 y 3D, animaciones y guías auditivas.

Se encontraron 4 conceptos clave para sistemas de mantenimiento basados en realidad virtual: el uso de apoyos visuales adaptables aumentados (AVA’s), que consisten en combinar información de objetos 3D con contenido 2D como texto, imágenes y video, el uso de barras de progreso para tener una vista general del estado actual en relación a la tarea de mantenimiento completa, un monitor de dispositivo para mostrar información de los pasos siguientes, y una retroalimentación de vibración para proporcionar guías de movimientos de rotación y traslación.

Para el desarrollo del sistema de mantenimiento sin HDM con un enfoque SBVD, se siguieron guías que permitieron presentar información verbal en una narración hablada, guiar las tareas mediante audio, texto y animaciones, integración de los elementos visuales multimedia y la sincronización de la información visualmente hablando.

El sistema necesitó la captura del área de trabajo en donde se encuentra el componente para las operaciones de mantenimiento y mostrar una salida de video aumentado, para lo cual se utilizaron 3 cámaras Logitech y una laptop con retroproyector SVGA como dispositivo de salida, que podía ser manipulado mediante el uso de un mouse inalámbrico. El sistema también ubicaba marcadores de imagen dispersos alrededor del elemento, los cuales fueron rastreados mediante la herramienta Unifeye Engineer, que permitió una configuración de cámaras robusta para un conseguir buen sistema de rastreo.

* + 1. Simulador de aprendizaje en salud y ciberseguridad.

Artículo de revista académica.

Kasurinen, J. (2017). Usability Issues of Virtual Reality Learning Simulator in Healthcare and Cybersecurity. *Procedia Computer Science*, *119*, 341-349. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.193.

El trabajo trata sobre la utilización de un ambiente de aprendizaje virtual para realizar simulaciones de un hospital completo, donde pueden experimentarse distintos escenarios sin gran costo y con seguridad.

La llegada de la virtualización de sistemas de hardware, y los ambientes virtuales mimetizando distintos tipos de escenarios y conceptos de la vida real, ha desbloqueado el gran potencial para simular distintos escenarios para el aprendizaje. Un ambiente virtual puede simular el hardware de varios tipos de redes con amenazas de seguridad, u ofrecer una simulación de un edificio complejo como un hostal, donde los escenarios puedan ser emulados sin gran costo y con seguridad.

En la literatura, se discute que las soluciones de realidad virtual deberías modelar la mano del usuario como una herramienta de puntero y manipulación con algunas capacidades extendidas. También, se argumenta que, en el entrenamiento médico, existen beneficios de los ambientes virtuales, mismos que incrementan significativamente al realizar una transición desde simulaciones de pantalla proyectada hacia ambientes inmersivos de realidad virtual.

La solución de realidad virtual se basa en 2 componentes: el ambiente simulado de hardware y el escenario de aprendizaje simulado en el espacio virtual. El objetivo del trabajo es conseguir la solución más eficiente para la interfaz de usuario, la cual debería combinar la presentación visual de un ambiente de realidad virtual con los requerimientos prácticos de la interfaz de usuario.

El esquema de control de realidad virtual se basó en el HTC Vive Headset y sistema de control. El sistema simula todo el hardware y el personal de una estación de trabajo en un hospital; y presenta tres tipos de soluciones de interfaz de usuario: sin realidad virtual, donde el participante se mueve en el ambiente mediante el teclado con las teclas WASD y un esquema de control de bloqueo de mouse, semi realidad virtual, donde se completan las actividades con el headset, y realidad virtual completa, donde las actividades se completan dentro de la realidad virtual, la pantalla de la estación de trabajo se transmite por broadcast al headset de realidad virtual cuando es necesario, y el usuario tiene permitido utilizar un teclado virtual o físico.

* + 1. Herramientas de realidad aumentada para aplicaciones industriales.

Artículo de revista académica.

Jetter, J., Eimecke, J., & Rese, A. (2018). Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? *Computers in Human Behavior*, *87*, 18-33. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.054.

El artículo habla sobre las herramientas de realidad virtual para aplicaciones industriales y sus beneficios, tomando como ejemplo la plataforma de realidad aumentada lista para el mercado: Bosch CAP, de Bosch Common, la cual permite visualizar las partes de construcción de un vehículo mostrándolas en el interior de este filmado mediante una Tablet.

De entre todas las tecnologías, la realidad aumentada es una herramienta de apoyo prometedora que puede soportar a usuarios con consideraciones hacia un amplio rango de problemas, como la planeación, el diseño, la evaluación ergonómica, así como las guías de operación y entrenamiento. La realidad aumentada proporciona a las personas información relevante en 3D para su trabajo, misma que es desplegada en un ambiente real relacionado con una pieza específica de trabajo.

La realidad aumentada ha tenido un efecto benéfico en el rendimiento y la eficiencia de varias aplicaciones industriales, tales como sistemas de ensamblaje. Las herramientas de realidad aumentada pueden proporcionar una guía para el usuario a través de casos de uso complejos o no muy familiares. Los usuarios aceptan y adoptan nuevas tecnologías como la realidad aumentada cuando estas tienen beneficios superiores a las tecnologías ya existentes en términos de indicadores clave de rendimiento (KPI’s) relevantes como las mejoras de rendimiento o reducción de esfuerzo de uso.

La realidad aumentada es postulada como un sistema que suplementa el mundo real con objetos virtuales que parecen coexistir en el mismo espacio tal como el mundo real. Una ventaja significativa de las aplicaciones de realidad aumentada comparada contra los sistemas tradici0onales, enfatiza la visualización de información dependiente del contexto. La realidad aumentada facilita el acceso a la información en términos de reducción de movimientos necesarios de cabeza y ojos, al sobreponer la información en la vista directa del usuario.

Otra ventaja de la realidad aumentada es la creación de espacio híbridos combinando objetos reales y virtuales utilizando tecnología de visualización 3D. La realidad aumentada puede mejorar la percepción de una persona sobre el mundo que a rodea y el entendimiento de tareas de ensamblaje de productos a ser realizados, así como también puede mejorar la habilidad espacial de ser capaz de representar mentalmente y manipular información visual – espacial.

La realidad aumentada es propuesta para reducir la transformación mental necesaria en tareas de ensamblaje debido al cambio de perspectivas. Esta permite al usuario ver fácilmente el modelo desde cualquier perspectiva y manipular la vista del modelo seleccionado.

La plataforma de Bosch CAP permite la integración de contenido visual y digital directamente en el proceso de autoría. El contenido visual y digital incluye modelos 3D, fotos, texto, gráficos, audio y video, así como marcadores para rastrear configuraciones, que pueden ser obtenidas desde una base de datos.

El contenido puede ser sobreimpuesto por CAP y el sistema de edición empleando la imagen en vivo de un auto en un área seleccionada. El escenario puede agregarse a manuales y documentación técnica. CAP permite agrandar, rotar objetos y ofrecer información adicional como videos de entrenamiento e información de seguridad.

Existen algunos ejemplos de aplicaciones industriales de realidad aumentada:

Arra (asistente para reparaciones con realidad aumentada). Escaneando partes defectuosas con códigos QR, rayos X, así como demás información útil de una base de datos puede ser mostrada en una pizarra real. Los pasos de reparación y recomendación individuales son desplegados mediante menús contextuales. La plataforma se desarrolló utilizando Vuforia SDK, 3D-Engine y Unity.

Getinge PulsioFlexAR. Tubos, conectores y conexiones son visualizadas en el dispositivo real mediante instrucciones paso a paso e información para configurar un dispositivo y entrenamiento. La plataforma fue desarrollada con REFLEKT one.

KOTHES! DOCUFY. Escaneando códigos QR se muestra un manual en la máquina, facilitando el acceso rápido a la información y las instrucciones. La plataforma se desarrolló con REFLEKT one, COSMIA y Topic Pilot.

* + 1. Realidad aumentada basada en proyección.

Artículo de revista académica.

Leutert, F., & Schilling, K. (2018). Projector-based Augmented Reality for Telemaintenance Support. *IFAC-PapersOnLine*, *51*(11), 502-507. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.368.

Similar al trabajo realizado por Fiorentino, M., et al., se propone el uso de un sistema de realidad aumentada basada en proyección para tareas de reparación y mantenimiento de componentes, con la particularidad de que en este trabajo se necesitan dos usuarios simultáneos: un técnico y un experto, ambos en posiciones geográficas distintas, donde el ambiente aumentado se encuentra alejado de quien puede verlo.

En un sistema de realidad aumentada basado en proyección, es un proyector gráfico el que funge como dispositivo de salida, un sistema recibe la información capturada y un proyector se encarga de mostrar la información sobre un lugar con componente específico.

El sistema propuesto está compuesto de una cámara y un proyector. Al iniciarse, el sistema comienza rápidamente a capturar el ambiente de trabajo con un scanner de luz y a transmitir la información ambiental capturada. La cámara transmite video en vivo de forma remota, permitiendo que el usuario experto pueda presenciar el ambiente real en donde se encuentra el técnico.

Una vez que el experto visualiza el ambiente, este cuenta con la posibilidad de resaltar componentes, dibujar símbolos o agregar anotaciones textuales sobre el componente que requiere reparación o mantenimiento, proporcionando al usuario técnico instrucciones paso a paso de cómo realizar las tareas mediante elementos multimedia. Las adiciones al ambiente realizadas por el experto son transmitidas de regreso hacia el ambiente de trabajo, donde el sistema dibuja por medio del proyector las anotaciones del experto en las posiciones indicadas sobre el componente. El técnico puede simplemente observar la información regresada por el experto en las posiciones correctas de su ambiente de trabajo.

La interacción de ambos usuarios se realiza con una computadora de escritorio o una laptop. Se encontró que la realidad amentada es muy utilizada para propósitos de entrenamiento, donde los elementos virtuales se muestran como imágenes en una tables, o gafas de realidad aumentada, sin embargo, para la necesidad de poca interacción debido a que el usuario necesita realizar actividades fuera del sistema, un sistema de anotaciones virtuales basado en proyección mantiene las manos libres para que el usuario pueda trabajar.

El enfoque de proyección de realidad aumentada es más lento, pero proporciona una mejor resolución en el escaneo del ambiente, permitiendo que las anotaciones se dibujen de una forma más precisa en el componente. Para este enfoque de proyección es necesario contar con una o más cámaras que puedan transmitir datos sobre la red, y un proyector para mostrar las anotaciones en el ambiente de trabajo, así como una estructura en donde puedan montarse las cámaras y el proyector.

En cuanto a la operación del sistema, el usuario experto especifica un área exacta donde realizar las adiciones para que estas sean dibujadas en la posición específica del ambiente real, lo cual se logra computando la posición en pixeles de la pantalla con la del ambiente. Es necesario que el proyector y la cámara se calibren para que los rayos de ambos dispositivos puedan coincidir en el mismo punto de la superficie.

### Realidad aumentada para anatomía humana.

Artículo de revista académica.

Kurniawan, M. H., Suharjito, Diana, & Witjaksono, G. (2018). Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application. *Procedia Computer Science*, *135*, 80-88. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.152.

El estudio se dirige al desarrollo de un sistema de aprendizaje para el aprendizaje de anatomía humana utilizando tecnología de realidad aumentada. Se pretende que el sistema permita que los estudiantes puedan entender la anatomía del cuerpo humano fácilmente utilizando la visualización de imágenes en tercera dimensión.

La tecnología se ha venido desarrollando rápidamente, su desarrollo engloba casi todos los aspectos de la vida incluyendo al proceso de aprendizaje en la medicina, los estudiantes en la actualidad aprenden la anatomía humana con libros de texto, modelos físicos y cirugía de cadáveres, sin embargo, estos métodos pueden resultar muy costosos, mientras que la utilización de otros medios de visualización es más retadora.

Para resolver el problema, se propone el uso de realidad aumentada como apoyo en el aprendizaje de la anatomía humana, pues este tipo de aprendizaje puede ayudar a los estudiantes a utilizar medios textuales, así como modelos 3D, obteniendo un mejor entendimiento en el aprendizaje. La meta de la realidad aumentada es insertar imágenes virtuales en el mundo real, esta puede representar un objeto y ayudar a los usuarios a interactuar con él. En la educación, la realidad aumentada ayuda a los estudiantes a disminuir la curva de aprendizaje al motivarlos a aprender más sobre temas complicados.

Las aplicaciones de realidad aumentada tienen varias partes importantes. La primera parte es la cámara, la cual es una herramienta para capturar marcadores y medir su tamaño y posición. La segunda parte es la captura y el rastreo, las salidas de la cámara son imágenes que ayudan a determinar el tamaño inicial del modelo 3D a mostrar. La tercera etapa es la identificación, en la cual las aplicaciones identifican el marcador, determinan si puede usarse de acuerdo a la base de datos y determinan el modelo a desplegar, La última etapa es la apariencia de los datos, la aplicación despliega los datos en forma de modelos 3D y las coordenadas de sus partes; los modelos de apariencia usan los marcadores como un indicador de posición para el modelo a ser desplegado.

Para la aplicación que se presenta se utilizaron marcadores basados en realidad aumentada en smartphones Android, para que los usuarios puedan utilizar la cámara de su teléfono para ver las vistas desde varias perspectivas. Se eligió Android Studio con Java como lenguaje de programación porque está diseñado para el desarrollo de aplicaciones Android, y a su vez es compatible con varios motores de realidad aumentada.

El motor de realidad aumentada utilizado es AndAR con los frameworks de Unity y Vuforia, hechos para aplicaciones móviles de realidad aumentada. Los marcadores para la aplicación se realizaron en el sitio web de Vuforia, donde estos pueden crearse con un registro.

La aplicación inicia con un menú donde el usuario puede escoger el modo de aprendizaje preferido. En el proceso de aprendizaje con realidad aumentada, la aplicación toma video de la cámara y toma la imagen del marcador para detectar, paso siguiente, se detecta el marcador y compara contra las plantillas existentes. Para el proceso de aparición se despliega un modelo anatómico en 3D con una posición relativa al marcador.

El usuario puede manipular el modelo y seleccionar partes específicas, las cuales son desplegadas en lugar del modelo anterior, y al ser seleccionados se despliega información adicional sobre el elemento u órgano que se está visualizando. El sistema se diseñó para ser fácil de usar para profesores y estudiantes que estudian la anatomía humana.

* + 1. Desarrollo de aplicación móvil para todos.

Artículo de revista académica.

Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. *Computers & Electrical Engineering*, *65*, 250-260. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.08.025.

El artículo habla acerca del desarrollo de un framework llamado VEDILS, una herramienta de autoría que enfocada en componentes de realidad aumentada y los lenguajes de programación basados en bloques, permite a los usuarios la creación de aplicaciones de aprendizaje propias con realidad aumentada.

En la investigación de aprendizaje mejorado por la tecnología, se encuentra que los juegos serios, las tecnologías móviles, ubicuas, la realidad aumentada y el análisis del aprendizaje, proporcionan medios para la mejora de la satisfacción en las experiencias de los usuarios en ambientes de aprendizaje enriquecidos.

De entre todas las tecnologías, la realidad aumentada tiene el efecto de aumentar la motivación de los estudiantes, ya que esta proporciona varios niveles de inmersión e interacción que pueden ayudar a emplear estudiantes en actividades de aprendizaje electrónico. En ambientes de aprendizaje en realidad aumentada, los factores motivacionales relacionados a la satisfacción y atención se clasifican en un nivel más alto en comparación a los de ambientes basados en dispositivas.

La realidad aumentada se refiere a la inclusión de elementos virtuales en vistas de entornos físicos, creando realidad mixta en tiempo real. La realidad aumentada suplementa y mejora la percepción humana mediante los sentidos en el mundo real.

Para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada existen varias barreras, entre las cuales se encuentran la necesidad de habilidades de programación para experiencias personalizadas, y una falta de instrucción específica sobre herramientas de autoría. Con el desarrollo de VEDILS, se presenta un framework que se enfoca en componentes de realidad aumentada, para permitir la creación de aplicaciones de aprendizaje saltando las barreras existentes.

Existen lenguajes de programación que facilitan el desarrollo de aplicaciones para personas nada o poco experimentadas, presentando una alternativa para el aprendizaje de la programación. Estos utilizan bloques gráficos que representan porciones de código que los usuarios pueden arrastrar a una zona, donde los pueden unir y anidar formando módulos, que, además permiten la integración de realidad aumentada en aplicaciones móviles.

Tomando en cuenta el potencial de los lenguajes de programación basados en bloques, así como en elementos de realidad aumentada, se desarrolló VEDILS, que estando en la cima de una plataforma desarrollada por Google y mantenida por el MIT llamada App Inventor, la extiende con módulos que permiten a los usuarios hacer uso de realidad aumentada dentro de sus aplicaciones.

Han emergido nuevos ambientes de instrucción basados en interacción multimodal, que incluye la interacción mediante gestos, reconocimiento por voz, elementos aumentados táctiles o visión artificial, que se sabe, motivan a los estudiantes y mejoran tanto su percepción como su interacción con el mundo real.

En términos de desarrollo, existen dos taxonomías para aplicaciones de realidad aumentada, que hacen uso de diversos sensores tales como acelerómetros y giroscopios para determinar la posición de los elementos. La primera es el rastreo por marcadores, que utiliza etiquetas contenedoras de patrones, mientras que la segunda, al contrario, es el rastreo sin marcadores, que utiliza el GPS y sistemas de reconocimiento de imágenes para determinar las posiciones.

Debido a que permite la construcción de aplicaciones propias, VEDILS es una herramienta de autoría, una herramienta de programación basada en bloques para la plataforma de Android, para cuyo desarrollo se emplearon librerías propias de Android basadas en java, la herramienta Vuforia SDK, que incluye algoritmos de reconocimiento visual, con los que es posible realizar un reconocimiento y rastreo de imágenes planas y objetos 3D. También se hiso uso del motor jPCT\_AE 3D para la muestra directa de objetos 3D en la pantalla, así mismo, se utilizaron librerías de OpenGL para el renderizado de los modelos.

* 1. IEEE Explore.
     1. Laboratorio virtual web de modo dual.

Artículo en conferencia.

YuLung Wu, TeYi Chan, BinShyan Jong, TsongWuu Lin, & YaoHui Liang. (2004). A web-based dual mode virtual laboratory supporting cooperative learning. En *18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2004. AINA 2004.* (Vol. 1, pp. 642-647). Fukuoka, Japan: IEEE. https://doi.org/10.1109/AINA.2004.1283982.

El trabajo se centra en la construcción de un laboratorio virtual en línea basado en técnicas de enseñanza y motivación, para permitir el emprendimiento de experimentos de física en realidad virtual por parte de los estudiantes. Se considera que un sistema exitoso de aprendizaje debe basarse en un diseño cuidadoso y en atraer el interés de los alumnos, consiguiendo que este sea utilizado con entusiasmo.

Recientemente, gracias al desarrollo de las tecnologías de la información (TIC), las aplicaciones de computadora se ven obligadas a lidiar con todo tipo de elementos multimedia, ya sean gráficos, texto, imágenes, voz, video y animaciones. Existe investigación suficiente que aprueba el punto de vista de que la visión sirve como un rol importante en el proceso de aprendizaje, pues más del 80% de la información que recibimos proviene de nuestro sentido de la vista.

En la literatura se encuentra la adopción de dos estrategias principales para los ambientes de aprendizaje en línea: utilizar el aprendizaje cooperativo en sistemas a distancia, y la implementación de interfaces basadas en tecnología de realidad virtual la cual se considera como una nueva tecnología útil para el desarrollo de materiales y apoyos de aprendizaje. La realidad virtual es un concepto popular que aplica la geometría y los gráficos en tercera dimensión.

Mucha investigación ha probado que el uso de juegos es una buena opción para motivar a los estudiantes, por ejemplo, existe MUD (mazmorra multiusuario), un juego en línea desarrollado durante años que ahora cuenta con mucha participación de sus jugadores. En juegos como MUD se da la interacción entre jugadores reales en vez de programas flexibles, razón que atrae a muchos jugadores. Aplicando realidad virtual y medios interactivos en formato de juego, se desarrollo un ambiente de aprendizaje que motiva a los estudiantes.

Para la educación de física, muchas veces las clases teóricas no son suficientes, pues es necesario que los estudiantes realicen experimentación en laboratorio, pues es la mejora manera de ayudarlos a estudiar. En el laboratorio virtual se desarrollaron varios escenarios experimentales como la electricidad, caída libre y la termodinámica, donde cada uno proporciona los modos virtual y real disponibles a la elección del estudiante.

Para el desarrollo del laboratorio, se adoptaron tecnologías 3D para mejorar la calidad de la escena experimental volviéndola más realista. Se empleó la librería abierta de OpenGL para el manejo de objetos tridimensionales, así como Superscape VRT en cooperación, la cual es una herramienta poderosa para realidad virtual que utiliza técnicas de ActiveX. Los componentes de ActiveX se adoptaron en el sistema con Internet Explorer, CGI, Java Applet, JavaScript y VBScript, este último, mismo que jugó un rol importante adoptando gran parte de la tecnología de ActiveX.

Los estudiantes pueden operar el equipamiento virtual en una PC mediante el teclado y el ratón, mismas herramientas con las cuales es posible ajustar la posición de los sensores, así como agregar más al marco, permitiendo así el pensamiento creativo. Algunos materiales peligrosos se pueden manipular en la web mediante el laboratorio para proteger a los estudiantes del peligro y evitarles el costo.

* + 1. Sistema de aprendizaje con instrumentos virtuales 3D.

Artículo en conferencia.

Fu-Chien Kao, Tien-Hsin Feng, & Chia-Liang Kuo. (2006). The Design of Internet Collaborative Learning System Structure with the Integration of 3D Virtual Instruments. En *Fourth IEEE International Workshop on Technology for Education in Developing Countries (TEDC’06)* (pp. 71-75). Iringa, Tanzania: IEEE. https://doi.org/10.1109/TEDC.2006.28.

El artículo presenta el uso de herramientas de videoconferencias y entrega de parámetros a control remoto, como las bases para el diseño de un sistema de aprendizaje colaborativo basado en realidad virtual en tercera dimensión.

Como cada estudiante tiene sus propias metas y contenidos de aprendizaje en los que procede paso a paso, es importante proporcionarles la oportunidad de trabajar juntos para lograr metas en común mediante el aprendizaje colaborativo, en el cual se beneficien personal y colectivamente con sus compañeros.

Se sabe que actualmente pueden emplearse herramientas en línea que reemplacen las actividades de enseñanza y aprendizaje, entre las cuales se encuentran el correo electrónico, la mensajería instantánea y los grupos de discusión o foros. Es posible diseñar sistemas de aprendizaje colaborativos basados en la web en tres categorías distintas: la entrega de documentos, conferencias audiovisuales y ambientes virtuales, los cuales hacen uso de la realidad virtual para soportar el aprendizaje en ambientes virtuales.

Las videoconferencias se ven limitadas en su rendimiento debido a las limitaciones de hardware y red disponibles, pues estas se limitan a una locación física. Para resolver el programa se desarrolló la tecnología de Access Grid (AG), una suite de software para video conferencias que integra imágenes, video con voz, transmisión de datos y conferencias multi sitio.

AG se impone sobre los sistemas tradicionales de videoconferencias gracias a que, con él ya no es necesaria la compra de hardware caro, así como la construcción de redes de banda ancha de última generación. En el trabajo se propone el uso de las herramientas de desarrollo de AG junto con la entrega de parámetros a control remoto, para crear un sistema colaborativo basado en la web que utilice simulaciones de instrumentos virtuales 3D.

Un problema conocido es el tiempo que los estudiantes pasan aprendiendo la forma de operar los instrumentos electrónicos de los componentes prácticos, por lo tanto, con la finalidad de reducir el tiempo, la instrucción de los instrumentos virtuales seguirá un proceso en el que, primero, será el instructor quien los opere mientras una video cámara captura las imágenes del instrumento virtual dentro del servidor web, luego, las imágenes son transmitidas mediante la plataforma de AG en forma de *multicast* para los estudiantes que estén en línea, y al final, posterior a la demostración del instructor, se transfiere el control de los instrumentos al estudiante mediante la entrega de parámetros a control remoto, entonces, los estudiantes podrán utilizar los instrumentos por ellos mismos.

Los instrumentos interactivos, entre los cuales se encuentran la fuente de señal, el osciloscopio, multímetro y la fuente de poder, son creados mediante el software VRT, que empaqueta en objetos empotrados utilizando la tecnología ActiveX, mismos que son puestos dentro de la página de aprendizaje. Los elementos 3D son mostrados mediante Viscape. Las herramientas de creación y muestra de elementos virtuales permiten que tanto el instructor como los estudiantes puedan operarlos.

* + 1. Ambiente de aprendizaje virtual.

Artículo en conferencia.

Singh, J., Sivaswamy, J., & Naidu, K. (2007). MuDiS - A Virtual Learning Environment. En *2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL’07)* (pp. 203-205). Jhongli City: IEEE. https://doi.org/10.1109/DIGITEL.2007.35.

El artículo presenta un enfoque para crear un MuDiS, es decir, un sistema compartido escalable que emplea contenido multimedia, redes y la WWW para la simulación de mundos virtuales, analizar información y permitir la interacción de múltiples usuarios en él. Se busca simular entornos para el aprendizaje científico mediante el enfoque MuDiS.

Gracias a los avances tecnológicos, existe la oportunidad de crear una nueva cultura de aprendizaje, donde el pensamiento curioso e innovador sea promovido mediante formas novedosas de prueba de ideas, tales como los espacios de simulación (SS) y ambientes virtuales.

Los ambientes virtuales, tales como algunos Applets de Java y animaciones Flash, son sistemas interactivos que crean curiosidad y conducen a la prueba de ideas baja distintas condiciones, sin embargo, estos se encuentran muy restringidos. Para evitar las restricciones, se opta por la creación de ambientes abiertos en los cuales los usuarios puedan construir experimentos y contenido educativo con muy poco conocimiento de programación. Algunos ejemplos de este enfoque se pueden encontrar en herramientas como 2D Squeak E.toys, 3D para juegos JiVE, programación de personajes animados y jugos de video científicos.

Se presenta un enfoque para crear a un MuDis que pueda utilizarse en la educación de ciencia. El núcleo de MuDiS es un espacio para la simulación virtual, que consiste en objetos virtuales que responden a entradas del usuario e interactúan entre sí, mimetizando comportamientos del mundo real. Los componentes básicos del MuDiS propuesto son una librería de recursos de aprendizaje (LL), una herramienta de autoría, y la red y Kernel de MuDiS.

Una LL es una base de datos distribuida con contenido educativo para ayudar a la realización de experimentos. Por otro lado, una herramienta de autoría es un medio para crear experimentos y probar ideas, esta permite a los usuarios de cada capa crear y estimular un ambiente mediante el uso de objetos disponibles, la definición entres sus relaciones y su secuencia de interacción en el orden apropiado sin requerir conocimiento técnico.

El enfoque incluye ambientes de tipo juego. La herramienta puede utilizarse para integrar nuevas tecnologías con el fin de explorar ideas usando un render gráfico de objetos experimentales, realizando cálculos e interactuando con otros usuarios para proporcionar flexibilidad al usuario durante su exploración. Proporciona un ambiente visualmente rico donde la manipulación de la información y muestra es posible mediante una variedad de modos de interacción, para así soportar distintas vistas y niveles de confort para el usuario.

Se presenta un laboratorio virtual de física implementado como un ejemplar del diseño de un MuDiS, para soportar educación de física en escuelas secundarias. La LL contiene experimentos independientes que pueden utilizarse para probar conceptos específicos de física, los cuales emplean simulaciones interactivas que son anotadas y enriquecidas con la inclusión de contenido multimedia en tiempo real.

La herramienta de autoría provee un espacio virtual, paquetes de herramientas con una interfaz gráfica para crear nuevos experimentos; una colección de formas geométricas básicas en 2D representan un conjunto de objetos que pueden utilizarse como bloques de construcción para recrear estructuras complejas en el espacio virtual. El módulo del motor de física ayuda simulando el ambiente real una vez que se ha construido la estructura requerida, el motor realiza un rastreo de objetos y actualiza el estado en intervalos regulares.

Los dispositivos de entrada soportados por el laboratorio son el ratón y el teclado de la computadora. El laboratorio permite la grabación de observaciones estadísticas de los experimentos corrientes e información de interés. Así mismo, la interfaz de usuario soporta la generación de gráficas dinámicamente para visualizar la relación entra las variables experimentales.

* + 1. Laboratorio virtual en ambiente distribuido.

Artículo en conferencia.

Jakab, F., Janitor, J., & Nagy, M. (2009). Virtual Lab in a Distributed International Environment - SVC EDINET. En *2009 Fifth International Conference on Networking and Services* (pp. 576-580). Valencia, Spain: IEEE. https://doi.org/10.1109/ICNS.2009.66.

El artículo trata de un laboratorio remoto de nombre VirtualLab desarrollado por la universidad de Kosice, cuyo objetivo es diseñar e implementar un ambiente de aprendizaje electrónico que proporcione acceso remoto a dispositivos de red para el proceso educativo.

El proceso de configuración de dispositivos de red, en la práctica, consiste en un administrador de red que necesita estar conectado al dispositivo que desea configurar, lo cual puede realizarse de varias formas, tales como la configuración vía puerto de consola. Después de que el administrador conecta en cable al puerto apropiado de un dispositivo de red, puede entonces iniciar una aplicación que sea utilizada como medio para comunicarse con el equipo de red vía puerto serial.

La meta del proyecto fue crear una solución muy cercana al modelo real para acceder a un dispositivo de red y poder ejecutar una configuración. La solución determinada fue el acceso remoto, que significa que un dispositivo no es accedido físicamente, sino a distancia por un intermediario, donde no es necesaria la presencia del estudiante en el lugar donde el equipo se encuentra alojado.

En una solución de acceso remoto, el equipo se encuentra disponible en el modelo 24/7. La solución de hardware para el laboratorio consta de una serie de máquinas servidor, un switch con puerto de consola, un switch de poder y un conjunto de demás dispositivos de red. La solución de software se divide en 4 secciones desarrolladas en Java. La principal ventaja de Java es la independencia de la plataforma, pues es un lenguaje soportado ampliamente en todos los sistemas operativos principales para PC’s.

Se desarrolló una aplicación Java WebStart llamada CommClient que consta de dos ventanas, en la primera hay sub-ventanas para información de chat y topología, el estudiante puede ver la lista de compañeros activos y chatear con ellos. La ventana de topología se usa para el esquema de los dispositivos de red que el estudiante configura. La segunda ventana es utilizada para la configuración de los dispositivos.

En la ventana de configuración, los dispositivos se encuentran activos y el estudiante puede configurarlos de forma concurrente, puede mantener un diálogo con cada dispositivo por medio de una consola virtual donde este ingresa comandos.

El proyecto utiliza una arquitectura centralizada: un servidor de comunicación central, que es una aplicación Java de consola, proporciona interconexión entre CommClient y el servidor de comunicación local.

* + 1. Trabajo colaborativo con contenido gráfico en un mundo virtual 3D.

Artículo en conferencia.

Smorkalov, A., Morozov, M., & Fominykh, M. (2013). Collaborative work with large amount of graphical content in a 3D virtual world: Evaluation of learning tools in vAcademia. En *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 303-312). Kazan, Russia: IEEE. https://doi.org/10.1109/ICL.2013.6644587.

El artículo presenta un sistema de una clase virtual colaborativa llamada: vAcademica, empleando la realidad virtual. El sistema crea un mundo virtual donde los estudiantes pueden unirse a clase, acceder a los contenidos del profesor, ver al profesor, y compartir sus trabajos y experiencias con otros compañeros y el docente.

Los ambientes virtuales 3D proporcionan oportunidades y retos para la enseñanza, pues estos aun no son ampliamente utilizados debido a la curvatura de aprendizaje, pues no a todos se les facilita utilizar estas tecnologías, y la demanda de recursos computacionales y de red, ya que no todas las instituciones educativas cuentan con los recursos necesarios para poder implementar este tipo de sistemas.

Para tareas serias es requerido procesar grandes cantidades de imágenes en mundos virtuales, sin embargo, en otras actividades también es necesario mostrar imágenes, videos o animaciones, aunque el contenido es más pequeño. Usualmente una imagen es calculada en el CPU del lado del cliente como en Second Life o Blue Mars, o bien, del lado del servidor, como en Open Wonderland, y posteriormente es cargada a en la memoria del procesador como una textura.

El trabajo colaborativo dentro de la clase virtual se realiza mediante pizarras interactivas, que son la principal herramienta para trabajar. Múltiples pizarras de distintos tamaños pueden configurarse en cualquier posición de la plataforma, y en adición, cada participante puede configurar una pizarra extra durante la clase y presentar contenido en ella. Los usuarios pueden transmitir o compartir su contenido de forma simultánea en una pizarra mediante mecanismos simples como ‘drag-and-drop’ desde su computadora hasta la plataforma.

Los usuarios también pueden enfocar la atención en un elemento mostrado en una pizarra mediante un puntero láser, lo que permite a otros estudiantes conocer elementos relevantes en una pizarra. Adicionalmente, la plataforma cuenta con mecanismos auxiliares que permiten a los estudiantes cambiar fácilmente entre los datos mostrados para una mejor visualización.

La plataforma cuenta con una galería de objetos donde se encuentran almacenadas las pizarras, que están disponibles para cada usuario. Las pizarras que son creadas por los estudiantes se colocan en el suelo y pueden ser movidas y rotadas. La plataforma vAcademica tiene una interfaz dedicada para posicionar objetos en posiciones virtuales.

Las pizarras pueden usarse para mostrar y anotar diapositivas, compartir el escritorio o una aplicación específica, transmitir la cámara web, dibujar figuras, escribir texto o insertar gráficos desde el portapapeles. Las herramientas para la manipulación del contenido y las pizarras son accedidas desde un menú contextual, y en adición, el contenido que se desea mostrar puede ser arrastrado hasta la pizarra para establecerse. El contenido, ya sean imágenes o presentaciones, puede subirse a una colección de recursos y posteriormente ser asignado a una pizarra en vivo durante la clase.

En el mundo virtual, la disponibilidad de las múltiples pizarras permite conducir prácticas de clase donde los estudiantes comparten su progreso, libros de trabajo o reportes en pizarras individuales, mientras el profesor trabaja como un lector de contenido. Las características del ambiente virtual planteado permiten la creación de cualquier ambiente de aprendizaje a bajo costo.

Las características específicas de los mundos virtuales en 3D permiten escenarios de aprendizaje que son imposibles o problemáticos de conseguir en el mundo real. En este trabajo, se integra todo el contenido de los alumnos y el profesor en una sola clase virtual, lo cual sería realmente complicado en un espacio físico.

* + 1. Laboratorio virtual consciente del contexto.

Artículo en conferencia.

Voss, G. B., Nunes, F. B., Muhlbeier, A. R. K., & Medina, R. D. (2013). Context-Aware Virtual Laboratory for Teaching Computer Networks: A Proposal in the 3D OpenSim Environment. En *2013 XV Symposium on Virtual and Augmented Reality* (pp. 252-255). Cuiabá - Mato Grosso, Brazil: IEEE. https://doi.org/10.1109/SVR.2013.46.

El artículo presenta una propuesta para la construcción de un laboratorio virtual inmersivo para redes de computadora dentro del ambiente 3D OpenSim. Las ventajas de la propuesta son el desarrollo y tratamiento de problemas relacionados con el cómputo consciente del contexto, como estilos cognitivos, tecnología utilizada, análisis de aprendizaje y calidad de contexto.

Una de las formas para maximizar el uso de la tecnología en la educación es la utilización de laboratorios de enseñanza, los cuales permiten el contacto directo con la observación de objetos y eventos. El uso de laboratorios reales puede ser muy pesado, ya que involucra inversión en infraestructura, empleados y demás restricciones tales como horarios y la disponibilidad de espacios físicos.

Los laboratorios virtuales para redes de computadora comparten los mismos objetivos: mejorar el entendimiento de conceptos de redes, y desarrollar habilidades para mejorar la experiencia con tecnologías avanzadas de red. Utilizando laboratorios virtuales es posible proporcionar una instrucción personalizada basada en el contexto de los usuarios, que puede utilizarse para realizar análisis de varios problemas que envuelven a los usuarios, como la caracterización de estilos cognitivos, análisis de aprendizaje y su experiencia.

La construcción del laboratorio de redes virtual consciente del contexto toma como referencia el laboratorio de enseñanza real, pues es importante que el estudiante se sienta inmerso en el mismo contexto de su ambiente escolar. El laboratorio consiste en bancos de prueba con computadoras, racks, routers y switches, donde los estudiantes deben seguir el mismo proceso de la realidad: si quieren realizar una actividad con los componentes, estos deben acceder a una de las máquinas disponibles, verificar que el cable está conectado al puerto serial, y mediante el simulador, realizar la configuración.

En el laboratorio virtual, los estudiantes cuentan con la presencia de un avatar, es decir, un tutor virtual que trabaja en el ambiente recomendando videos, tutoriales y objetos de aprendizaje de acuerdo con el perfil del usuario, el cual es definido por factores obtenidos del contexto. El cómputo consciente del contexto es software que examina y reacciona a cambios de contexto individuales, cambiando su comportamiento basado en la información.

Las tecnologías utilizadas en el desarrollo son OpenSimulator, Firestorm, EasyPHP y Google Sketchup. EasyPHP proporciona tecnologías de Apache, PHP y MySQL necesarios para implementar el laboratorio, creando un servidor local donde correr otras aplicaciones y almacenar la información en base de datos. OpenSimulator permite la creación de mundos virtuales en los cuales se posicionan los objetos, tales como la clase, las sillas e script interactivos.

Los usuarios acceden al mundo virtual dentro de OpenSimulator mediante espectadores (viewers), los cuales son aplicaciones para desplegar el ambiente gráfico creado. Se eligió Firestorm porque permite importar objetos creados con Google Sketchup, que ayudó en el modelado y personalización de los elementos gráficos.

* + 1. Realidad aumentada para aprendizaje de lenguaje.

Artículo en conferencia.

Meda, P., Kumar, M., & Parupalli, R. (2014). Mobile augmented reality application for Telugu language learning. En *2014 IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)* (pp. 183-186). Patiala, India: IEEE. https://doi.org/10.1109/MITE.2014.7020267.

En este trabajo, Se presenta una aplicación móvil de realidad aumentada para el aprendizaje de un lenguaje, se trata de una aplicación Android relativamente sencilla en la que el usuario captura imágenes que contienen texto mediante la cámara, y la aplicación muestra una traducción sobrepuesta al texto capturado.

La realidad aumentada es una de las tecnologías de cómputo ubicuo que pueden usarse para el internet de las cosas (IoT), y que particularmente, las aplicaciones móviles de realidad aumentada, mediante sensores propios como el GPS y la cámara, explotan las capacidades de los dispositivos para sentir objetos externos y aumentar los objetos del mundo real con datos virtuales.

La disponibilidad de los smartphones de bajo costo y el aumento en la capacidad de las redes y sensores abrió el área móvil de la realidad aumentada, por lo que se eligió como dispositivo final un smartphone para el desarrollo de la aplicación educativa. Se determinó realizar la aplicación para el sistema operativo móvil de Android, ya que es el sistema más exitoso y popular utilizado por casi el 80% de los fabricantes en el mundo.

Pueden utilizarse marcadores de cámara, códigos de barras, radio frecuencias y demás como medios para realizar aplicaciones de realidad aumentada, pero para esta aplicación, los marcadores utilizados son textuales, la cámara ubica texto y muestra traducciones, para lo cual se utilizó Tesseract OCR, que es considerada como la tecnología abierta de reconocimiento óptico de caracteres más acertada, así como Google Translate para realizar la traducción.

El proceso que sigue la aplicación es el siguiente: primero, el usuario captura una imagen de texto contenido en un documento y la aplicación la guarda en formato jpg, luego, la imagen se pasa al motor de reconocimiento de texto de Tesseract OCR, posteriormente la salida del motor de reconocimiento es utilizada como una entrada para el motor de traducción de Google. Al final, el texto traducido es aumentado en la pantalla del teléfono móvil para su aprendizaje.

Desafortunadamente el método no es infalible, después de la realización de pruebas con diversas marcas de smartphones tales como Samsung, salió a la luz que, en condiciones de baja luminosidad el texto no era capturado con la suficiente claridad, por lo que la traducción resultante, pasando por todo el proceso, no era correcta. Aunado a esto, se encontró que la dependencia con la cámara del dispositivo lleva a que el texto no sea correctamente reconocido, ya que con una cámara de baja calidad resulta imágenes no tan claras.

* + 1. Mejorando ambientes de aprendizaje virtuales con modelos 3D.

Artículo en conferencia.

Hristov, G., Kyuchukova, D., Borisov, S., & Zahariev, P. (2015). Improving virtual learning environments by development and integration of 3D models of real devices. En *2015 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (pp. 1-4). Lisbon, Portugal: IEEE. https://doi.org/10.1109/ITHET.2015.7217969.

El trabajo se centra en la integración de modelos 3D como mejoramiento de un laboratorio virtual de aprendizaje de la Universidad de Ruse, Bulgaria, que tiene como objetivo proporcionar medios para la experimentación e interacción. La integración de los modelos se realiza en adición a una sección ya existente para acceder remotamente a dispositivos de red.

En los últimos años se han creado muchos laboratorios virtuales para la educación, la mayoría proveen a los estudiantes software que simula y emula redes, dispositivos y equipamiento, lo cual es bueno para la práctica de habilidades antes del empleo de equipo real. Lamentablemente, en ocasiones no es posible para un laboratorio permitir la visualización completa de dispositivos y sus características.

A diferencia de los laboratorios virtuales, los laboratorios remotos permiten acceder a equipo real mediante redes modernas de comunicación. En el laboratorio remoto existente, se permite a los usuarios utilizar una interfaz gráfica para acceder remotamente a 32 routers y switches, para lo cual se utiliza un servidor web y uno de MySQL donde se almacena la información de los usuarios y del acceso a los dispositivos del laboratorio.

Se decidió a mejorar la vista del laboratorio precisamente integrando tecnología 3D para visualizar los dispositivos de red, pues los objetos 3D permiten que los estudiantes examinen los dispositivos de red del laboratorio, pudiendo rotarlos e inclinarlos para proporcionar una vista de 360°. Es sabido que una vista artificial en 3D es perfecta para aprender sobre firmas, tamaños, componentes, arquitecturas y estructuras físicas. Esta técnica provee a los usuarios la oportunidad de aprender sobre los dispositivos utilizando fotografía de realidad virtual (VRP).

La realidad virtual es un nuevo tipo de fotografía que ha proporcionado el surgimiento de la tecnología moderna. La fotografía de realidad virtual cuenta con dos aspectos importantes: el primero, la vista de panorama, que permite al usuario caminar alrededor de un cuarto o calle, debido a que las imágenes panorámicas de realidad virtual permiten observar el ambiente y objetos en 360°. Estas también permiten realizar acercamientos para examinar los detalles o saltar hacia otras perspectivas.

El segundo aspecto de la fotografía de realidad virtual es los objetos o modelos 3D para realidad virtual, que permiten rotar, observar y examinar productos desde cualquier ángulo sin la necesidad de tocarlos. Los objetos 3D pueden complementarse con *hotspots* para mejorar la interacción, puede tratarse de enlaces a páginas web, imágenes u otros modelos, para obtener más información.

Antes de implementar la fotografía de realidad virtual se tomaron en cuenta ciertas consideraciones de diseño, como la forma en la que se deben realizar las fotografías. Para obtener una buena visualización en 3D es necesario que los objetos sean fotografiados desde cada ángulo, puede ser que el objeto se rote al fotografiar para realizarlo.

Otra consideración es el software para las fotografías, muchos programas ofrecen funcionalidad web, como subir imágenes y descargar modelos, mientras que otros son más profesionales y operan localmente, donde permiten cambiar, reparar y arreglar los modelos 3D. Una tercera consideración es la forma en la cual el modelo 3D se incorpora en la plataforma virtual en la interfaz gráfica web.

La existencia de una interfaz gráfica web para poner los modelos hace necesario el uso de HTML, específicamente HTML5, PHP y CSS, Flash o Silverlight para el aspecto del sistema. Al ser de los más usados, PHP puede emplearse para mantener las sesiones de los usuarios y manejar la base de datos, mientras que para la apariencia se puede incluir CSS, animaciones Flash o Silverlight para transmisión en vivo. HTML es la mejor solución para la implementación pues a diferencia de Flash, Silverlight y Shockwave que solo son soportados por Microsoft Windows, este cuenta con una independencia del sistema operativo.

Para la fotografía de realidad virtual se requiere de conocimiento en el proceso, el cual requiere la captura de las imágenes, la integración de las imágenes de cada ángulo en una sola, y el empleo de herramientas especializadas para crear los modelos 3D. Todas las herramientas de software que manejan panoramas tiene la capacidad de redibujar una imagen esférica a partir de distintos tipos de proyecciones.

Todas las herramientas, como en la cartografía, recrean un elemento tridimensional sobre una superficie plana. Es importante decidir las proyecciones apropiadas para la imagen y considerar el su tamaño final, pues las imágenes de panorama pueden llegar a ser muy pesadas.

Históricamente, los cursos virtuales han sido diseñados con Adobe Flash, lo que ha permitido entregar contenido más inmersivo y efectivo, sin embargo, muchos dispositivos móviles no lo soportan. Es por esto, que se opta por el uso de HTML 5, que es soportado por más dispositivos y plataformas; los usuarios pueden llevar sus cursos con él, que también permite el manejo de datos fuera de línea.

Los cursos virtuales con HTML 5 ocupan menos recursos de procesamiento y energía, por lo que son más rápidos y eficientes que los basados en Flash. HTML 5 es la mejor solución para integrar modelos 3D al ser independiente de los sistemas operativos.

Dentro de la solución planteada, los archivos adjuntos como JavaScript, XML e imágenes son copiados a un directorio en el servidor web, aparte, se agrega una sección a la interfaz gráfica donde se integra el contenido al laboratorio por medio del tag “<embed>”. Después de seleccionar la sección de modelos 3D, los usuarios acceden a una reconstrucción del modelo 3D del dispositivo que se esta analizando. Adicionalmente, los usuarios pueden utilizar herramientas para rotar y hacer zoom en los dispositivos, herramientas que mejoran la experiencia, la observación y las habilidades de aprendizaje.

* + 1. Información ambiental en ambientes de realidad virtual y aumentada.

Artículo de revista académica.

Patti, E., Mollame, A., Erba, D., Dalmasso, D., Osello, A., Macii, E., & Acquaviva, A. (2017). Combining Building Information Modelling and Ambient Data in Interactive Virtual and Augmented Reality Environments. *IT Professional*, 1-1. https://doi.org/10.1109/MITP.2017.265104553.

El artículo presenta una solución innovadora para combinar la información de modelado de edificios con información ambiental recogida por dispositivos heterogéneos desplegados dentro de los edificios, mediante una aplicación Android que presenta la información en un ambiente de realidad virtual y aumentada, con la finalidad de proporcionar conocimiento de las condiciones de los edificios.

Actualmente los edificios están equipados con varios tipos de sensores, ya sean cableados o inalámbricos conectados a una red corporativa para propósitos de monitoreo y administración. Los dispositivos proporcionan información sobre parámetros relacionados con el ambiente y la energía, para aumentar el conocimiento de los ocupantes del edificio, así como administradores que puedan facilitar acciones de retroalimentación e intervenciones.

En el trabajo se presenta una metodología junto con su aplicación Android asociada que integra los datos de los sensores con modelos de los edificios, permitiendo navegar en el ambiente de un edificio virtual o aumentado, y el acceso a parámetros físicos del contexto como la temperatura y la humedad. Los objetivos principales del trabajo son: obtener información ambiental, combinar información estructural de los edificios con información en tiempo real para mantenimiento, mejorar la visualización de la información en un ambiente de realidad virtual y aumentada, y proporcionar una herramienta para la interacción con los edificios para aumentar el conocimiento en las condiciones de estos.

La realidad aumentada es el enlace entre el mundo real y la realidad virtual, donde cada objeto real proporciona una cantidad significativa de información que no siempre es percibida por los usuarios. El propósito de la realidad aumentada es volver visible esa información sobreponiéndola digitalmente en los objetos físicos.

La aplicación desarrollada, para la parte virtual, permite seleccionar las áreas del edificio para ser revisadas remotamente, es decir, en cuanto un administrador toma conocimiento de una situación dentro de un edificio, este puede acceder al área desde donde esté, la aplicación descarga los modelos 3D correspondientes y los carga en la actividad, donde el usuario puede navegar en la escena.

Para la parte de realidad aumentada, se proporciona la información utilizando códigos QR como marcadores, estos se eligieron gracias a su legibilidad y gran capacidad de almacenamiento, pues tienen la capacidad de codificar números, cadenas de caracteres y datos binarios. El usuario escanea el código, la aplicación lo decodifica y solicita la información requerida mediante servicios web. Al final, la aplicación muestra los datos de monitoreo del área en la actividad sobreponiéndolos en la zona de escaneo.

Para mostrar los modelos en la aplicación Android se adoptó el formato “jmf” (Java Multimedia File), un formato optimizado para un ambiente de Java. Estos archivos se pueden leer y escribir con gran eficiencia. Para obtener lo mejor para el formato se utilizaron las aplicaciones REVIT Suite, 3DS Max, y Bonzai Engine.

Para realizar los modelos se utilizó Autodesk Revit 2013, posteriormente, los modelos resultantes se exportaron a dos formatos de intercambio: DraWinG (DWG) y FilBox (FBX). FBX permite exportar la geometría del modelo manteniendo los identificadores de objetos sin cambios. Los exportados fueron importados dentro de 3DS Max para convertirlos en otros dos formatos: Object (OBJ) para almacenar la geometría de los modelos, y Material Template Library (MTL) que contienen la descripción de los materiales. Al final del proceso, los formatos OBJ y MTL fungieron como entrada para Bonzai Engine Tool, que resultó en los modelos JMF para subir al servidor, que pudieran descargarse desde la aplicación.

* + 1. Ejercicios de simulación para redes de computadora.

Artículo de revista académica.

Gramajo, M. G., & Lezcano, F. T. (2018). SIMNET: Simulation-Based Exercises for Computer Network Curriculum Through Gamification and Augmented Reality, 5.

El trabajo presenta el Desarrollo de una herramienta educativa basada en juego (SIMNET), que permite la virtualización de ambientes controlados para crear una infraestructura de redes de computadora, la herramienta combina técnicas de gamificación y realidad aumentada para motivar a los estudiantes a practicar la construcción de redes de computadora mediante retos que se les presentan.

En la actualidad, los alumnos se encuentran inmersos en la era digital con una carga de las tecnologías de la comunicación y la información (TIC), estos cuentan con Internet, tecnologías móviles, plataformas y mundos virtuales, redes, así como plataformas de aprendizaje en línea, por lo que los profesores deben cambiar de paradigma e implementar un nuevo enfoque de enseñanza. Los avances claros e indiscutibles de las TIC han llevado a que se encuentren disponibles una gran variedad de técnicas y herramientas que mejoran las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Las técnicas de gamificación y realidad aumentada se han posicionado como atractivas para mejorar e innovar múltiples experiencias educativas, ya que han beneficiado a la educación fortaleciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas proveen incentivos para los estudiantes mediante la premiación y sistemas de puntuaciones, donde los estudiantes pueden cometer errores y reiniciar sus actividades sin miedo alguno con la libertad para fallar, así como proveen otra perspectiva para enfocar la comprensión de situaciones complejas.

La gamificación se define como el uso de elementos y técnicas diseñadas para juegos, en contextos fuera de ellos, para emplear personas y solventar problemas. Muchas propuestas de investigación sugieren que los ambientes de video juegos promueven el pensamiento creativo y llevan a nuevas formas de direccionar los problemas del mundo real.

Por otro lado, la aplicación de realidad aumentada muestra potencial en el campo de la educación, ya que puede ayudar a mejorar habilidades críticas de pensamiento, resolución de problemas y trabajo en equipo. Los mecanismos de juegos pueden ser empotrados en actividades de realidad aumentada, así, los escenarios complejos de realidad aumentada pueden replicarse y enfocarse desde distintas perspectivas, como los fenómenos físicos, biológicos y astronómicos.

El empleo de realidad aumentada en la educación es ampliamente aceptado, debido a que ya no es necesario contar con hardware y equipo sofisticado: los estudiantes pueden solo necesitar de un smartphone y una tarjeta de patrón, la aplicación puede utilizarse donde sea, cuando sea, y puede desarrollarse para ser usada como una aplicación autónoma.

En la literatura, se han desarrollado aplicaciones de realidad aumentada para abordar conceptos básicos de electromagnetismo, promover la visualización espacial de cursos de cálculo para estudiantes de ingeniería, y simular fenómenos físicos. La realidad aumentada facilita la observación de eventos que no pueden ser fácilmente observados con el ojo humano. Su ventaja más significativa es la habilidad única de crear ambientes de aprendizaje inmersivos que combinan objetos físicos y digitales.

Para el desarrollo de SIMNET se empleó una metodología de uso, en la cual cada una de las tareas del curso cuenta con una descripción del escenario de práctica, un objetivo relacionado a un ejercicio en particular y un código QR par permitir la interacción entre la aplicación y la tarea: los estudiantes escanean un código para poder iniciar una actividad.

Las actividades se relacionan entre si para completar una implementación virtual de una red de computadoras, por ejemplo, los estudiantes pueden armar un rack para cierto número de computadoras, para lo cual cuentan con una caja de herramientas con muchas opciones de switches y conectores, que a su vez incluyen información importante y el precio en dólares.

Las actividades son realizadas por equipos de estudiantes, cada uno escanea el código QR requerido desde su casa e inicia la actividad, construyen los elementos y las redes entre todos, y envían de forma individual una respuesta. Al final, la plataforma asigna una calificación para cada estudiante, sin embargo, se toma únicamente la calificación más alta para evaluar al equipo.

SIMNET se diseñó y desarrolló enfocándose a dispositivos móviles con Android, haciendo uso del Qualcom Vuforia SDK framework, jMOnkeyEngine y la plataforma de desarrollo para Android. Vuforia incluye algoritmos de visión computacional orientados al reconocimiento y rastreo de objetos, incluyendo marcadores, imágenes y objetos 3D. jMonkeyEngine es un motor de juegos gratuito que trae a la vida gráficos 3D y programas, proporciona software inmediato para los gráficos y juegos que libra al desarrollador de la codificación de bajo nivel de OpenGL.

Se recomienda estructurar una aplicación de realidad aumentada en 3 capas: la capa superior, que incluye la lógica del dominio, la capa intermedia, que incluye módulos y componentes que habilitan el uso de realidad aumentada como visualización, grabación de rastreo e interacción, y la capa baja, que integra los componentes que proporcionan interfaces para manejar todos los recursos del dispositivo.

# Conclusiones.

Las tecnologías de realidad virtual y aumentada en la educación proporcionan entornos virtuales como laboratorios y simuladores para el aprendizaje, que son herramientas para generar contenido educativo interactivo que entran perfectamente en el mundo digital en el que las nuevas generaciones se encuentran inmersas. Mediante estas tecnologías es posible llevar a los estudiantes a un mejor entendimiento en múltiples ámbitos gracias a la interacción que proporcionan. Así mismo, se sabe que los estudiantes pueden aprender mejor y más rápido utilizando estas herramientas digitales, en comparación con las comunes.

Afortunadamente se encuentran en la literatura varios ejemplos de laboratorios virtuales para el área de redes, un ejemplo interesante es el laboratorio consciente del contexto para la configuración de dispositivos de red. En el laboratorio de realidad virtual se muestra la importancia de la familiaridad para la interacción, pues el estudiante puede navegar en un ambiente muy parecido a lo real: se trata de un salón de clases con múltiples computadoras a las que el usuario puede acceder, y realizar las configuraciones requeridas. Además, los estudiantes cuentan con un tutor en forma de avatar que se encarga de dar recomendaciones y ejercicios en base al nivel en el que se encuentran.

Existen más ejemplos tales como VirtualLab para la configuración remota de dispositivos, un laboratorio con fotografía de realidad virtual para la muestra de dispositivos de red, y particularmente un laboratorio de realidad aumentada con una particularidad, el aprendizaje colaborativo. El laboratorio, mediante el uso de marcadores y realidad aumentada, permite a estudiantes realizar actividades en conjunto para la construcción de redes de computadora, involucrando la gamificación. Los estudiantes pueden armar componentes con diversos materiales y determinar una solución a retos planteados, solución que será calificada y tomada en cuenta para la calificación final.

Entre las prácticas para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual se encuentran el uso de avatares, modelado de manos y dibujo de panoramas. Los avatares son personajes con los que el usuario puede interactuar dentro de un ambiente virtual, estos pueden ser el medio de retroalimentación, así como fungir como consejeros y asesores para con las acciones del usuario. En cambio, el modelado de manos dentro del ambiente tiene la intención de ser una herramienta de interacción familiar, que, desde el punto de vista del usuario, simula que es él mismo quien manipula elementos virtuales.

Algunas aplicaciones de realidad virtual consisten en vistas de panorama, que se refieren a la unión de varias imágenes para generar una sola formando un “panorama” en 360°. Las plataformas de realidad virtual que soportan panoramas se encargan de mostrar el contenido y rastrear la vista del usuario, para presentar partes de la imagen dentro de su campo visual.

Existe una práctica para estas aplicaciones que es el dibujo de panoramas, donde los autores, en vez de generar panoramas digitales, los realizan mediante técnicas de dibujo en papel, ya que en ocasiones no se tiene el recurso para realizar los panoramas digitales. Afortunadamente, existe software que permite arreglar la imagen del dibujo para generar los panoramas, que son igualmente aceptados por las plataformas.

Ahora bien, para el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada, se siguen ciertas prácticas para el posicionamiento de los elementos multimedia, tales como el uso de marcadores y dispositivos propios de los teléfonos móviles. Al momento de mostrar elementos gráficos en la pantalla, es importante conocer la posición real en la cual el usuario debe verlos, así como la posición en la que debe aparecer en pantalla, para lo cual se utilizan marcadores, que son imágenes y códigos para identificar mediante la cámara, que después de un procesamiento permitan determinar las posiciones. Existen frameworks como Vuforia SDK y Reflekt one que ya implementan estas tareas.

Independientemente de los marcadores mencionados, existe otra práctica para determinar posiciones, que es la utilización del GPS integrado de los dispositivos móviles. Al utilizar el GPS se puede determinar la posición de los elementos virtuales mediante posiciones geográficas, donde generalmente, es necesario realizar triangulaciones entre posiciones almacenadas y la posición actual de los usuarios, con el objetivo de mostrar los elementos en pantalla en relación con el punto donde se encuentra el usuario.

Existen múltiples herramientas que pueden usarse para desarrollar aplicaciones en realidad virtual y aumentada, que van desde la creación de modelos y mundos, hasta el renderizado y control de gráficos, así como el reconocimiento y rastreo de objetos. Para la creación de modelos 3D se encuentran herramientas como Google Sketchup, Revit Suite, 3DS Max y Bonzai Engine, mientras que para el modelado de mundos virtuales se encuentran herramientas que incluyen las orientadas para videojuegos, tales como Unity, Viscape y jMonkeyEngine.

Para el control de gráficos se encuentran Reflekt one (multiplataforma), JPCT\_AE 3D y OpenGL. Para el rastreo y reconocimiento de objetos existen herramientas como Unifeye Engineer, Vuforia y Reflekt one. Existen una herramienta que apoya en la creación de aplicaciones llamada MiddleVR, que trabaja con Unity en aplicaciones de realidad virtual; esta añade a Unity las capacidades para utilizar dispositivos HDM, tales como Hololens (Reflekt one también lo soporta), HTC Vive y Oculus Rift.

En cuanto a técnicas empleadas en las aplicaciones de realidad virtual y aumentada, se identifican cuatro principales: la retroalimentación visual mediante elementos 3D, la fotografía de realidad virtual, gamificación y proyección. La retroalimentación visual es la técnica más importante, a pesar de que los ambientes pueden contener todo el contenido multimedia, una aplicación de realidad aumentada o virtual busca que el usuario quede inmerso en los ambientes creados / aumentados, lo cual no puede lograrse sin la retroalimentación visual. Los elementos virtuales no tienen sentido estando regados aleatoriamente, estos tienen que estar en lugares determinados y deben significar algo para el usuario.

La técnica de la fotografía de realidad virtual (VRP) es bastante simple en su idea: se trata de la generación de modelos 3D a partir de fotografías reales, sin embargo, su proceso implica habilidades de fotografía. Para crear aplicaciones de realidad virtual y aumentada es necesario contar con modelos 3D, que son generalmente generados por computadora, sin embargo, empleando la técnica VRP es posible aumentar el grado de realismo en los modelos, pues el usuario ve exactamente lo que es el objeto en la vida real. En esta técnica se toman fotografías de un objeto desde todos los ángulos posibles, y se juntan en un solo modelo 3D con software como Adobe Photoshop.

Al igual que los modelos 3D, existe una técnica que también puede aplicarse para realidad virtual y aumentada, la gamificación, que se refiere al uso de técnicas de videojuegos fuera de ellos. La interacción e inmersión que proporcionan las tecnologías de realidad virtual y aumentada es útil para la educación, al motivar y permitir a los estudiantes obtener conocimiento mediante la manipulación directa de elementos, como en ambientes de práctica, sin embargo, si estas se complementan con la gamificación, se convierten en aplicaciones que promueven la creatividad y mejoran el aprendizaje con medios novedosos.

En general las aplicaciones de realidad aumentada muestran la salida en una pantalla, pudiendo ser tanto de un dispositivo móvil como de una PC, sin embargo, las aplicaciones basadas en la técnica de proyección presentan otro medio de salida. Estas aplicaciones utilizan un proyector para dibujar la salida visual, que a simple vista es una solución más cara, ya que requiere precisamente de un proyector, pero al utilizarlo dejan al usuario libre para realizar tareas, pues ya no es necesario que este interactúe con el sistema. Esta técnica se lleva muy bien con las aplicaciones relativas al mantenimiento o reparación de componentes.

Se concluye que, para desarrollar aplicaciones de realidad virtual y aumentada es necesario generar modelos y ambientes 3D, así como controlar el despliegue de los gráficos en pantalla, y para el caso particular de la realidad aumentada, realizar un rastreo de marcadores y objetos en tiempo real. Afortunadamente existen herramientas que se encargan tanto del despliegue como del rastreo de los elementos y la creación de estos, sin embargo, se requieren habilidades fuera de la ingeniería de software para el diseño y modelado 3D.

Tanto para generar los modelos de forma digital como por medio de VRP, se requiere de personal especializado, ya que para un desarrollador puede resultar complicado entrar en cuestiones de diseño, que, además es en tercera dimensión. Existen diversos programas para generar panoramas, mundos y diseños, pero es importante recalcar que se requiere de habilidades que por naturaleza no son de desarrollo, por lo que es necesario tomar en cuenta los detalles de diseño con quienes conocen del tema, para así asegurarse de que los modelos funcionan.

Las tecnologías y herramientas para estas aplicaciones han evolucionado rápidamente, se encuentran ejemplos prácticos donde se hiso uso de tecnologías como Flash, Shockwave, lenguajes como Visual Basic Script y demás elementos que hoy en día están obsoletos. Se piensa que las tecnologías de realidad virtual y aumentada tendrán cada vez más presencia en el mercado, es muy probable que en un par de años las tecnologías actuales ya no se utilicen, pero al momento, se detectó que los trabajas más actuales tienden a desarrollar para dispositivos móviles con Android, así como a emplear las herramientas de Unity y Vuforia.