

revista

f@ro

Vol. 1. N°23 (I Semestre 2016) – Faro Fractal

Págs. 279-304

Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Playa Ancha

Valparaíso, Chile | e-ISSN 0718-4018

<http://www.revistafaro.cl>

Secuencias didácticas con realidad virtual: En el área de geometría en educación básica

Teaching Geometry Sequences with Virtual Reality:

In Basic Education

José Lino Carrillo-Villalobos¹

Universidad Autónoma de Chihuahua

<mailto:lcarrill@ach.mx>

Jorge Abelardo Cortés Montalvo²

Doctor en Ciencias de La Información, Comunicación y Periodismo

Universidad Autónoma de Chihuahua

jcortes@uach.mx

Recibido: 4 de marzo de 2016

Aceptado: 15 de abril de 2016

Resumen • *La llamada Realidad Virtual (R.V.), denominada también realidad aumentada (R.A.) o en tercera dimensión (3D), tiene varios años en desarrollo, pero es en estos últimos que ha tenido un repunte significativo, ya sea por los avances tecnológicos, por el software que actualmente permite manejar mayor cantidad de información en tiempo real, o por el interés de las nuevas empresas de software que han encontrado un importante nicho de mercado. Su aplicación en educación, sin embargo, no está todavía generalizada en México. El presente escrito refiere un proyecto con aplicación de realidad virtual inmersiva (RVI) para la enseñanza de geometría en el área de*

¹ Doctorando del Programa de Doctorado en Educación de la FFyL - UACH

² Doctor en Ciencias de la Información, Comunicación y Periodismo. Catedrático Investigador asignado a la División de Estudios de Posgrado. facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Chihuahua

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
*cuerpos con volumen, aplicado en secuencias didácticas para
discentes de 4° año de nivel primaria en la ciudad de Chihuahua,
con el fin de analizar su utilidad como herramienta de ayuda en el
aula.*

Palabras clave: *Comunicación educativa - estrategias didácticas -
innovación educativa - realidad virtual - tecnología educativa.*

Abstract • The Virtual Reality (VR), also called augmented reality (AR) or three-dimensional (3D) has several years in development, but in the latter that has had a significant rebound, either by technological advances, the software currently can handle larger amounts of information in real time, or the interest of new software companies have found an important niche. Its application in education, however, is not yet widespread in Mexico. This paper discusses a project with implementation of immersive virtual reality (IVR), for teaching geometry in the area of bodies with volume, applied in teaching sequences for students in 4th grade level in the city of Chihuahua, in order to analyze its usefulness as an aid in the classroom.

Key Words • Educational communication - Didactic strategies, Educational Innovation - Virtual Reality - Educational technology.

Introducción

La habilidad de sobreponer gráficos en un ambiente controlado de computadora se llama Realidad Aumentada (RA) y se caracteriza principalmente por visualizar mediante el monitor o lentes especiales un entorno en Tercera Dimensión (3D) y al mismo tiempo que se sobreponen imágenes virtuales. Una interface de RA puede ser diseñada de diferentes formas, la primera de ellas fue llamada Monitor montado en la cabeza (Head Mounted Display, HMD), posteriormente evolucionó a las cámaras web de los ordenadores personales y portátiles, más recientemente a los dispositivos móviles y tabletas y en un siguiente paso a anteojos o gafas de uso cotidiano, con microordenadores integrados.

El permitir trabajar con medios electrónicos y poder interactuar con ambientes creados dentro de un software se conoce como Realidad Virtual (RV) y de ella se derivan dos tipos: inmersiva y no inmersiva. La Realidad Virtual Inmersiva (RVI) consiste en crear un ambiente tridimensional y con ayuda de pequeñas pantallas poder interactuar

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica dentro del mismo, de tal forma que el usuario tenga la sensación de estar interactuando en el área virtual (creada por software). Mientras que la Realidad Virtual no Inmersiva no requiere equipo extra ya que se interactúa por medio del escritorio de la computadora, siendo la opción disponible y económica más utilizada, pero con un nivel de virtualización limitado.

El desarrollo de la Realidad Virtual para fines académicos cobra cada día mayor relevancia, ya que sus alcances son múltiples; puede aplicarse en la enseñanza de las ciencias básicas y aplicadas, en muy diversas áreas y actividades en cualquier nivel educativo y su aplicación está siendo ya prolífica en la educación superior, en las áreas de medicina, odontología, diversas ingenierías, arquitectura, etc., permitiendo a los alumnos de cualquier nivel obtener visualizaciones en tercera dimensión de objetos a través de una computadora o dispositivo móvil, que normalmente no se pueden visualizar o representar fácilmente con objetos de uso cotidiano, generando así las condiciones para un proceso de aprendizaje versátil y una mejor asimilación del conocimiento.

Cuando se piensa en un dispositivo innovador en el aula, que ayude a niños de educación básica en el manejo de temas específicos como la geometría, cuyos conceptos y características pueden aplicarse en situaciones reales de la propia escuela, en la casa o en el parque, y que al mismo tiempo resulte atractivo e interesante para los educandos, es factible proponer un recurso tecnológico que en el salón de clases esté en condición de crear un contexto virtual propicio para el desarrollo de esos conocimientos, dicho recurso puede ser la RVI, que al interactuar con el medio ambiente, genere elementos en 3D, que muestren los conceptos y aplicaciones y los enlace con elementos del entorno real del maestro y del estudiante para, mediante una secuencia de aprendizaje apropiada, lograr obtener un aprendizaje significativo del tema tratado.

Este documento constituye una revisión a profundidad y con relativa exhaustividad del 'estado de la cuestión', en virtud de que el tema es motivo de un abordaje profuso por parte de múltiples investigadores, tanto en su sentido de desarrollo tecnológico como de sus aplicaciones y

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica de que constantemente salen a la luz nuevos resultados. Nuestro interés descansa en su aplicabilidad didáctica y su potencial para favorecer los procedimientos docentes y en general, académicos, por lo que deriva en un proyecto, que se describe en este escrito, el cual tiene como propósito recoger datos que permitan probar que el desarrollo del componente de la competencia comunicativa basado en la tecnología digital, o Tecnocompetencia, contribuye de modo significativo a mejorar los procesos formativos en la educación de los niños y niñas de nivel primaria, considerando que ambos suelen tener, en la actualidad, gran afinidad con las tecnologías digitales y una gran habilidad para aprender por medio de dispositivos electrónicos, en este caso, se pretende explorar la efectividad de la RVI como recurso de apoyo en temas de geometría.

Antecedentes históricos

Si se amplía el concepto de Realidad Virtual a los diferentes medios por los que los humanos percibimos el mundo, es decir, la capacidad de aumentar la realidad no solo para el sentido de la vista, sino también para el tacto, oído, olfato e incluso el gusto, se advierte que el ser humano ha desarrollado el talento, a lo largo de la historia, de complementar o mezclar la realidad sensorialmente percibida con ciertos elementos de 'extrasentido'; de existencia virtual o aparente, que le han ayudado tanto a realizar tareas cotidianas y de supervivencia básica, como a explicarse lo que pasa a su alrededor. Tal podría ser el caso de la magia, de la percepción extrasensorial o paranormal así como de diversas religiones desde las más antiguas culturas, asociadas con seres y personajes mitológicos, que aunque no formaban parte propiamente tangible del mundo en que las personas vivían, si formaban parte de su realidad, algunos incluso eran objeto de culto y se les atribuía la posibilidad de afectar sucesos tan importantes como, entre muchos otros fenómenos, la transición entre el día y la noche.

En la actualidad los desarrollos tecno-científicos, resultantes de la convergencia de redes informáticas, de telecomunicaciones y de

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica lenguajes audiovisuales han hecho posible un nuevo nivel de reproductibilidad de mundos imaginados y objetos virtuales diseñados por ordenador, que son compartidos a lo largo y ancho de la geografía terrestre, al que se refiere Cuadra (2007), como "hiperreproductibilidad", entendida como una red de flujos planetarios por los cuales circula toda la producción simbólica que constituye el imaginario de la sociedad global contemporánea, y a su vez a empujado a las nuevas generaciones (y también a las anteriores) al dominio de múltiples y cambiantes dispositivos tecnológicos, es decir, al desarrollo de competencias tecnológicas. La tecnología digital viene a ser "el conjunto de instrumentos característicos de una época con que la sociedad cuenta para aprender, producir, convivir y relacionarse con su entorno" (Cortés M. & Carrillo V., 2012)

La llamada tecno-competencia o competencia digital, como componente de la competencia comunicativa, se asocia necesariamente con el incremento de habilidades, en docentes y dicentes, para integrar nuevos, complejos y cada vez más sofisticados desarrollos tecnológicos en las actividades de enseñanza aprendizaje, a fin de recrear el entorno en el cual se lleva a cabo la actividad formativa.

En un contexto enfocado en los desarrollos tecnológicos, se consideran como antecedentes los siguientes hitos en la evolución de las técnicas de RV:

El Cineasta Morton L. Heiling, considerado el padre de la realidad virtual (1962), crea la máquina sensorama que contenía sonido, vibraciones en el asiento, efectos visuales, olores y viento integrados a una película en 3D. Ivan Sutherland (2005) inventa en 1966 el Monitor Montado en la Cabeza o Head Mounted Display (HMD), con el cual podía visualizar objetos virtuales y el mundo real al mismo tiempo. En 1975 Myron W. Krueger (1985), presentó *Videoplance*, máquina que permitía por primera vez a los usuarios interactuar con objetos virtuales en 3D, es decir con sonidos, imágenes incluso aromas. El término "Realidad virtual" nace en 1989, cuando Jaron Lanier (1989) crea la primera compañía para vender productos de RV.

Secuencias didácticas con realidad virtual:

En el área de geometría en educación básica

En 1990, mientras trabajaba para Boeing en un sistema que mostraba diagramas de cableado en un monitor montado en la cabeza (HMD), Tom Caudell (1992), crea el término "Realidad aumentada". Paul Milgram y Fumio Kishino (1994), definen la realidad de Milgram-Virtuality Continuum como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro (Figura 1). En medio hay Realidad Aumentada (más cerca del entorno real) y Virtualidad Aumentada (está más cerca del entorno virtual o puramente computacional).

Realidad Aumentada también es la incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software, en otras palabras, es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo y empieza a aparecer en todas partes.



Ilustración 1 Muestra el continuum desde el entorno real al entorno virtual, tomando como parte del trabajo la interpretación de la realidad mezclada, es decir, se entrelaza lo real y lo virtual. Fuente: Milgram et als. , 1994

Antecedentes recientes

En referencia a lo que se está investigando actualmente en el área de RV, se cuenta con una serie de proyectos, que a diferente escala utilizan la tecnología para formular nuevas y novedosas propuestas, donde podemos destacar las siguientes.

En el año 2013 en la Universidad de Thessaly, Grecia, con apoyo de algunas instituciones locales, se desarrolló un proyecto que buscaba mostrar y prevenir la afectación de recursos naturales, como el agua, por efecto del uso no planificado y sobreexplotado. Realizando en el salón de clases animaciones por medio de RV, se recrearon diversas situaciones

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica que permitían a los estudiantes ver, por ejemplo, el comportamiento de un lago al ser afectado en su medio ambiente, en específico, cómo el nivel del agua disminuía al ser compartida en los campos de granjeros. La animación se realizó con la ayuda de ambientes virtuales en tercera dimensión y fue posible apreciar el crecimiento de las plantas con el riego, escuchar el sonido del agua y de la máquina de bombeo funcionando al llevar el riego hasta los campos. La aplicación demostró su utilidad en el aprendizaje de los estudiantes, bajo una metodología en la que se midió y contrastó con un grupo control con instrucción tradicional, el posterior desempeño de los estudiantes en tareas y evaluaciones, tanto de tipo cualitativo como cuantitativo (Barbalios, Ioannidou, Tzionas, & Paraskeuopoulos, 2013).

En Taiwán, en la National Central University, se trabajó en un proyecto para la enseñanza de la geometría, para cálculo de volúmenes y áreas de las caras de objetos en tres dimensiones, en ambientes colaborativos, mediante la RV y mediante diferentes herramientas multimedia como los tableros electrónicos, chats para mensajes, etc., donde cada alumno, en su área de trabajo, resolvió y documentó los problemas que se le fueron presentando y así mismo podía ver los tableros y las notas que sus demás compañeros iban realizando y podía compararlas con las suyas para observar los distintos métodos que se podían presentar para resolver un mismo problema (Wu-Yuin & Shin-Shin, 2013).

Del mismo modo en la National Taiwan University of Science and Technology en conjunto con la National University of Singapore, se trabajó en el año de 2013 en un proyecto de Realidad Aumentada a nivel universitario con el tema de la construcción colaborativa del conocimiento de alumnos, actuaciones y pautas de comportamiento en una realidad aumentada, con sistemas de simulación, donde se trabajó con estudiantes de pregrado universitarios de Singapur, con el tema de colisión elástica de partículas, mediante dispositivos móviles, y el software AR Physics, y mediante análisis pre y post test se pudo medir el apoyo que dan las tecnología móviles, en uso compartido a la enseñanza, creación de

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
patrones y construcción colaborativa de conocimiento, encontrando que
estadísticamente el conocimiento mejora significativamente con el uso
del software utilizado (Tzung-Jin, Been-Lirn Duh, Nai, Hung-Yuang, & Chin-
Chung, 2013).

Trabajando también con proyectos universitario se encuentra la
Universidad Politécnica de Valencia, en España, que presentó en la
conferencia internacional de realidad virtual y aumentada en educación
de 2013 a través de Javier Mayáns un proyecto que analiza diferentes
interfaces de realidad aumentada, donde se observan las bondades de
esta tecnología, que va desde análisis biométrico para identificar a
personas así como para ensayos artísticos, o bien la utilización de
información de la RA para conocer el curriculum general de una persona,
o para información médica de un paciente, aplicada en varias áreas
como odontología, otorrinolaringología, o en la corrección de simetría
corporal, como terapia para parálisis facial o como tratamiento para
eliminar el "miembro fantasma", síndrome presentado después de
amputaciones. Todo lo anterior se presenta para lograr una RA con un
enlace más humano, en su uso y aplicaciones. (Mayáns-Martorell, 2013)

La Universidad de Piraeus en Grecia, presenta desarrollos en la RV
aplicada a la educación por medio de Juegos con soporte del software
VR-ENGAGE, a través del cual conducen una evaluación que se enfoca
principalmente en los efectos de la educación. En dicha investigación
trabajaron con tres grupos de estudiantes, separados de acuerdo al
desempeño académico (alto, medio y bajo). En esta investigación los
investigadores comprobaron que aprender con apoyo de un juego
educativo genera más beneficios que aprender por medio de software
educativo convencional y todo basado en un juego que se ambienta en
el medievo, con castillos y dragones, donde en primera instancia, los
estudiantes trabajarán solos para que conozcan el ambiente y
posteriormente se podrán apoyar en línea para descubrir los puntos de
interés más rápidamente.

En una segunda parte de la evaluación se buscó identificar que niños y adolescentes prefieren usar el software y medir cuántos de ellos cambian sus juegos tradicionales por este en particular. (Virvou & Katsionis, 2008)

En un tema poco común dentro de los artículos analizados aparece el estudio reportado por Kartiko, Kavakli y Cheng, de la universidad de Macquarie, en Sídney Australia, con el título "Aprender Ciencia en una aplicación de RV: Los impactos de la complejidad visual con actores animados-virtuales" (AVA's por sus siglas en ingles), donde miden el conocimiento que dejan las imágenes que pueden llegar a tener una complejidad mínima en figuras planas o animadas (como dibujos animados o incluso como humanoides) contrastado con el uso de imágenes representadas como en la vida real, preguntándose si los detalles irrelevantes pueden interferir con la adquisición del conocimiento u obstaculizar el aprendizaje y el desempeño en la retención y en la resolución de problemas.

Este estudio revela que contrario a las predicciones, el uso de imágenes complejas no altera la adquisición del conocimiento al utilizar RV con mucho detalle. (Kartiko, Kavakli, & Cheng, 2010).

Destaca un proyecto desarrollado en la Universidad de Curtin en conjunto con la Universidad de Murdoch de Australia Occidental, donde los investigadores Ai-Lim Lee y Wai Wong (2014) presentaron resultados de una investigación donde por medio de la RV se realizan prácticas de biología, con la disección de una rana virtual, utilizando un software proporcionado por la compañía Tactus Technologies, en donde por medio de herramientas también virtuales, los estudiantes pueden encontrar el corazón y cualquier otro órgano y ver imágenes reales de este animal, si se cometen errores o si se selecciona equipo no adecuado, se marcara el error y se tomara como parte de una calificación. A partir de esta experiencia, encuentran y reportan que el uso de RV de escritorio genera un efecto positivo de tal forma que es un procedimiento más efectivo que el utilizado en la enseñanza tradicional basada en la exposición del maestro. (Ai-Lim Lee & Wai Wong)

Secuencias didácticas con realidad virtual:

En el área de geometría en educación básica Utilizando el hardware incorporado a la mayoría de los equipos de cómputo, encontramos la investigación hecha en la Christian University de Taiwan, utilizando la cámara web como una interface de entrada para aplicar la RV en sistemas realistas, es decir Sun y Cheng utilizaron la cámara web para medir el desplazamiento de una persona en el mundo real (mediante algoritmos de lectura y comparación de movimientos) y transmitirla a un sistema de cómputo manejado por el software Virtools Dev 3.0., además de sistemas de bases de datos y programación es Visual C++, logrando representar ese movimiento a un sistema de RV que generaba los mismos movimientos, logrando así un efecto similar a los giroscopios o a los sistemas de posicionamiento global (GPS) que se manejan en la actualidad. (Sun & Cheng, 2009)

Retomando casos aplicados a la educación, tenemos en el Colegio Universitario de Dublín en Irlanda, la aplicación de la RV aplicada en entornos colaborativos de e-learning, donde se presenta la oportunidad de trabajar utilizando los avances tecnológicos como lo son el internet y el uso de multimedia, para generar personajes (avatars) en tercera dimensión de cada estudiante que se encuentre trabajado en un ambiente colaborativo virtual, en donde se identifican a compañeros por medio de su personaje e interactuar con ellos o con nuevos estudiantes que se van integrando al área de trabajo, todo lo anterior soportado por ejemplo con software de manejo de comunidades virtuales como lo es Active Worlds, que permite mandar mensajes de texto, compartir archivos en diversos formatos. (Monahan, McArdle, & Bertolotto, 2008)

En el mismo tenor, en un estudio de la universidad de Trinidad y Tobago en Wisconsin Estados Unidos en conjunto con la Universidad medica de China y el Instituto Nacional de Tecnología Taichung en Taiwan, donde investigan las actitudes de los alumnos hacia los entornos de aprendizaje de RV basados en un enfoque constructivista, trabajando con Ambientes de aprendizaje de realidad virtual (VRLE) mediante el cual manejan parámetros como: situaciones de aprendizaje, juegos de rol entrelazados a la educación, aprendizaje cooperativo y colaborativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje creativo, donde todos ellos generan

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica un sistema de aprendizaje interactivo basado en 3D web y realidad virtual el cual como caso de estudio se aplicó a las estudiantes de medicina para generar el conocimiento de la estructura del cuerpo humano, mediante tres principios de la RV que son: inmersión, interacción e imaginación, elementos necesarios para medir el desempeño del software aplicado. (Huang, Rauch, & Liaw)

En la Universidad Central de Taiwan, existen también desarrollos en educación y RV, como lo muestra el estudio realizado por Yang y compañeros, que integran la RV al aprendizaje de un idioma (inglés en este caso) mediante la captura de video enlazado a la RV, logra realizar una serie de ejercicios encaminados al aprendizaje interactivo en escuelas primarias, trabajando desde la identificación de letras, palabras y oraciones, hasta la pronunciación y escritura de las mismas, todo por medio de un software llamado PILE, que mediante cinco módulos realiza el funcionamiento de interactividad: captura de video, detección de movimiento, control de escenarios, edición de materiales e interfaz de usuario, además cuenta con un módulo separado para el maestro.

La relevancia del proyecto se mide al trabajar con 60 niños de segundo año de primaria, manejados con diversas formas de enseñanza, 30 a través del sistema PILE y 30 con presentaciones de PowerPoint, en donde los resultados se miden de manera cualitativa y cuantitativa. (Yang, Chen, & Jeng, 2010)

Planteamiento

Con las herramientas pedagógicas adecuadas y necesarias es posible aplicar una secuencia didáctica que incorpore el uso de la RVI para el manejo de objetos geométricos tridimensionales como cubos, conos, esferas, etc., en donde escolares de nivel básico sean capaces de identificar características elementales como el número de caras, aristas, vértices.

La intención formativa que existe en este caso es que el escolar esté en condición de comprender la relación que existe entre las figuras geométricas y el entorno del aula o el de su casa, donde se pueden

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica encontrar similitudes con objetos reales y al mismo tiempo se pueden comprender las características básicas de una figura y de un cuerpo geométrico.

Para lograr este fin, se busca favorecer el desarrollo de la Competencia Digital la cual permitirá entender y expresar, tanto al docente como a los escolares los conceptos manejados en cada tema, así mismo se pondrá en evidencia el manejo de la Tecno-competencia (Cortés M., Guzmán I., & Marín U., 2013), mediante el uso de un prototipo de RVI que el propio alumno deberá manipular de manera ordenada durante la clase y de igual forma el uso adecuado de la computadora para el apoyo de los ejes matemáticos: medidas figuras y cuerpos, ubicación espacial, proporcionalidad y funciones así como el análisis y representación de datos, según el campo formativo que se aborda (Castillo Alvarado, y otros, 2011).

Objetivos

- Analizar la efectividad de secuencias de aprendizaje con base en los programas educativos para el cuarto año de primaria, aplicándolo en dos grupos y manteniendo un grupo como testigo, en una escuela de la ciudad de Chihuahua, contrastando la aplicación de la RVI como recurso de apoyo respecto de la clase 'tradicional' o con ausencia de dicho recurso.
- Verificar si la incorporación de dispositivos tecnológicos innovadores como la RVI, constituye un recurso útil de apoyo y de mejora en la construcción de aprendizajes significativos en escolares de nivel básico.

Método

Se considera una metodología de orden básicamente cualitativo, que permita valorar el trabajo en el aula de docentes y alumnos de manera natural, mediante el análisis de datos recolectados a partir de observación directa, confiabilizada en triadas y videograbada con dos

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
cámaras, una enfocada al maestro y a las herramientas tecnológicas y
otras a los alumnos del salón de clase.

Con base en una secuencia didáctica estructurada según los lineamientos del M-DECA (Marín U. & Guzmán I., 2012), que sirvió de instrumento para una secuencia de aprendizaje orientada a los alumnos, se trabajó con cuatro grupos de cuarto grado de primaria; en tres de ellos se utilizó el prototipo o dispositivo tecnológico de RVI, el cuarto grupo fue el de 'control' o de comparación, ya que en este se aplicó la secuencia de aprendizaje de forma tradicional, es decir, sin la utilización del dispositivo.

Secuencia Didáctica

Como se ha señalado, con base en el Modelo de Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas (M-DECA), metodología creada con el propósito de tener un instrumento accesible en la elaboración de guías tanto para el docente como para el estudiante en el desarrollo de competencias, se diseñó la secuencia de aprendizaje que sirve de soporte a la incorporación del dispositivo de RVI a probar en esta investigación y que está formada en tres fases interrelacionadas 1) formación, 2) intervención, 3) Documentación e integración.

El diseño de las secuencias de aprendizaje, tienen una estructura que permite permear el conocimiento desde la institución, pasando por el plan de estudio y los propósitos del curso para hacerlo acorde con la o las actividades de aprendizaje, que mediante una situación problema permita crear evidencias de desempeño y posteriormente aplicar un dispositivo de evaluación (Marín U. & Guzmán I., 2013), con el que se establezca un comparativo entre una actividad de aprendizaje tradicional y una apoyada por un dispositivo tecnológico que maneja la RVI con fines didácticos.

Las tareas de aprendizaje forman parte del programa regular de la asignatura, comprenden la construcción de figuras geométricas y partiendo de dicha construcción identificar tres de sus propiedades o elementos constitutivos: aristas, vértices y caras (**Figura 2**).

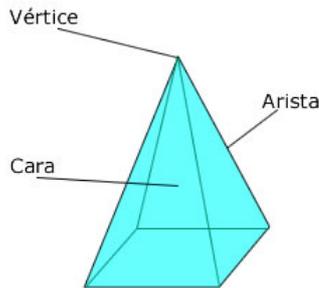


Ilustración 2 Propiedades generales de un cuerpo geométrico Fuente: Secretaría de Educación Pública, 2012 http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/fracciones_v2/contenidos/u_4/u4_act26.html

Posteriormente, en la situación de integración, los escolares identifican las figuras y los cuerpos geométricos y señalan sus propiedades, en objetos del entorno real inmediato en el salón de clase y hogar.

Instrumentos

Para el uso de la RVI se pretende que el hardware a utilizar sea el menos complejo y mínimo necesario, para que sea accesible en cualquier plantel escolar, por lo que se han considerado algunas opciones en el manejo de la RVI. Su implementación puede llevarse a cabo haciendo uso de computadoras de escritorio o laptops, que contengan cámara web, disco duro 120Gb, por lo menos 4Gb de Memoria RAM, salida VGA para el proyector y sistema operativo Windows vista, 7 o superior, salida HDMI y un convertidor de HDMI a VGA o su equivalente; también se pueden utilizar computadoras apple en cualquiera de sus versiones y un adaptador VGA para un proyector.

Después de analizar varias opciones de trabajo se decidió trabajar con lentes HMD (Figura 3), que aunque todavía son poco comercializados (la mayoría de ellos se encuentran en fase de prueba) y más costosos que los dispositivos de Realidad Aumentada, proporcionan una mejor visualización de la RV. Suponemos, sin embargo que al ocupar los estantes del mercado para su venta al público en general, bajarán significativamente sus costos.

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica

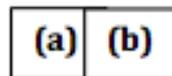


Imagen 1 Tecnología empleada en Realidad Virtual. Fuentes: Fuentes: (a) <http://www.oculusvr.com/dk2/>; (b) <http://www.google.com/glass/start/how-it-looks/>

En (a) se muestra un modelo de sistema de seguimiento HMD (*Head Mounted Display*) y en (b) un modelo de gafas de visión aumentada. Siendo las gafas, la última tendencia en el manejo de la RV.

También es importante el uso sensores de movimiento como el Leap Motion, (Figura 4) que permiten interactuar dentro de los ambientes virtuales en 3D de la RVI, de la selección de estos depende mucho la calidad y versatilidad de la presentación, ya que existen también por ejemplo guantes, que son costosos y requieren del uso de varios cables para su enlace con el equipo de cómputo, para el correcto funcionamiento del sensor mencionado es necesario registrarse y descargar los controladores de la página www.leapmotion.com/setup.



Imagen 2 Leap Motion, permite interactuar con la mayoría del software en el mercado, reemplazando al mouse y teclado, utilizando solo el movimiento de las manos. Fuente: www.leapmotion.com/product

Como se ha dicho renglones atrás, dos cámaras de vídeo grabación dispuestas estratégicamente en el aula fueron utilizadas para recoger detalles de las actividades, adicionalmente se llevó un registro anecdótico de tipo observacional por dos integrantes de la triada.

Esquema procedimental:

Para implementar el proyecto, se pusieron en práctica una serie de actividades que permitieron la correcta aplicación de la Secuencia de aprendizaje; inicialmente se capacitó a las docentes en el uso de la secuencia didáctica, de acuerdo con las indicaciones del M-DECA y en el uso del dispositivo de RVI, se dio inicio con los discentes a la secuencia didáctica preparada, posteriormente se presentó el uso de objetos tridimensionales, enseguida la profesora les solicitó a los alumnos que dieran ejemplos de uso de la figura mostrada por el sistema, como siguiente paso el sistema mostró una serie de elementos de uso cotidiano que podían, o podían no coincidir con los que se mostraron previamente, y en cada uno de ellos se destacaron de nuevo las propiedades previstas en la secuencia, presentando el 'desdoble' (construcción o armado y despliegue del cuerpo geométrico), resaltando las caras, contándolas, de igual manera con las aristas y los vértices, marcándolas y contándolas; en este momento de la aplicación se instruyó a los niños en el manejo correcto del dispositivo de RVI que va desde la colocación de los lentes HMD, la utilización de las manos sobre los sensores para poder manipular los objetos además del uso de botones para la visualización de los mismos.

Posteriormente y de manera individual se fue pasando a que manipularan el dispositivo de RVI, manejando tres objetos: cubo, pirámide y esfera, seleccionado sus propiedades básicas: caras, aristas y vértices, así como rotación, cambio de tamaño, armado y desdoble (presentación en un plano) de las figuras.

Rúbrica de evaluación:

Mediante software de Macromedia flash® se diseñó una secuencia de actividades que sirvió como actividad integradora la cual posibilita

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica evaluar el desarrollo de la competencia en el reconocimiento de las características de los cuerpos geométricos. Consistió en una instrucción para “rescatar” a ‘Robotín’, un avatar que debía superar varias tareas utilizando las propiedades de las figuras, es decir, que el docente tenía que contestar correctamente ante distintas opciones, para ir superando cada etapa. Se contabilizaron las respuestas correctas y se procedió a su tabulación y graficación.

Considerando, sin embargo, que la confirmación del aprendizaje con la experiencia táctil con objetos reales es fundamental, como actividad de reforzamiento, se les proporcionó a los alumnos material adicional impreso en cartulina, con dos figuras de un cuerpo geométrico en un plano, ‘desdoblado’, para recortarlas y armarlas y que sirvieran para utilizar además otros conceptos como conteo y la introducción al manejo de volúmenes.

Aplicación Secuencia Didáctica y tratamiento de los datos

La aplicación de la secuencia didáctica para probar el uso de la tecnología de Realidad Virtual Inmersiva (RVI), se llevó a cabo en la escuela primaria pública: **Antonio Quevedo Caro** de la ciudad de Chihuahua, Chih., los días 1ro, 2, 5, y 6 de octubre de 2015.

Se trabajó con 4 grupos de cuarto grado, con un promedio de 28 alumnos en cada uno de ellos, con un rango de edad de entre 9 y 10 años. Inicialmente al profesor de la clase, se le explicó el desarrollo de la secuencia didáctica, que sirvió para la introducción al tema de la geometría de volúmenes, así como al uso de la RVI.

Cuando se solicitó permiso a la dirección de la escuela para la aplicación del proyecto, se acordó con la directora que se trabajaría con cada uno de los alumnos y que se planearían actividades para que todos los alumnos trabajaran, mientras uno a uno pasaban a probar el equipo *Oculus Rift* de RVI, Conocido como HMD (Head Mounted Display), que permiten la visualización de objetos en tercera dimensión (3D) enlazado a la aplicación desarrollada exclusivamente para la secuencia didáctica en el software Unity versión 4.5 y Maya versión 2014.

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
Originalmente se había pensado en trabajar en triadas de alumnos, para el desarrollo de la clase, pero se optó por trabajar en duplas debido a que los mesa bancos eran dobles, posteriormente los demás docentes pidieron trabajar de manera individual.

El tiempo de trabajó con el dispositivo fue de entre 6 a 10 minutos con cada uno de los niños. En los grupos seleccionados, mientras la profesora planteaba la secuencia didáctica, se les entrego material a los alumnos para que iniciaran su trabajo y esperaran su turno de pasar al manejo del equipo de RVI, la primera actividad consistió en elaborar una esfera impresa en cartulina, donde debían pintar, recortar y armar.



La segunda actividad fue elaborar un cubo grande (6x6 cm.) y ver cuantos cubos pequeños (3x3cm.) cabían dentro, para iniciar tareas preliminares de volúmenes.



Al finalizar el día, a cada niño se le obsequio la plantilla en cartulina de un cubo para armar en su casa, por haber participado en el proyecto.



Al terminar de explicar la secuencia didáctica y los movimientos propios de las manos para el uso del equipo Oculus, se procedió a que cada uno de los niños utilizaran

Secuencias didácticas con realidad virtual:

En el área de geometría en educación básica la RVI para conocer los conceptos básicos de la geometría de volúmenes, aquí se detectó el primer problema, para los docentes fue complicado el uso del equipo *Oculus* con los niños, por lo que se decidió que sería el investigador quien aplicara la parte técnica y ellos apoyarían en el desarrollo de la clase.



Todos y cada uno de los niños de los grupos seleccionados para la aplicación utilizaron el equipo de RVI, generando una diversidad de comentarios, con una gran aceptación de los temas que trabajaron por tecnología.

medio de la



El tercer día de muy particular, ya salón el docente se



aplicación fue que al llegar al desentendió

del grupo; lo dejó en manos del investigador y él se puso a trabajar en actividades ajenas a la secuencia didáctica que se estaba aplicando, lo que generó en ellos, momentáneamente, desconcierto e indisciplina, pero al final todos los niños terminaron con sus actividades.

El cuarto grupo fue el de control y la profesora trabajo con los temas señalados, de manera tradicional, es decir, se revisaron los temas sin el apoyo del dispositivo de RVI ni de la secuencia didáctica diseñada para tal fin. Después de evaluar al grupo de control, se les dio también la oportunidad de probar el equipo de RVI para que no se quedaran sin aprovechar la experiencia. Con ellos se manejaron solo dos figuras en lugar de tres, debido al tiempo disponible.



En resumen, se trabajó con 79 alumnos en los tres grupos de aplicación, más 26 alumnos en el grupo de control, en total 105 alumnos. Todos trabajaron con la secuencia didáctica en la que se incorporó el dispositivo de RVI, fueron evaluados y armaron, posteriormente y a modo de actividad integradora, figuras geométricas en cartulina.

Resultados y discusión

Después de revisar los videos obtenidos de la aplicación de la secuencia didáctica y de analizar las respuestas a la rúbrica diseñada y utilizada para evaluar el aprendizaje obtenido, se pudo verificar la comprensión de los conceptos manejados y los alcances en el conocimiento adquirido, se generaron tablas de información por grupo con las respuestas correctas e incorrectas de la rúbrica, según se muestra en las siguientes gráficas:

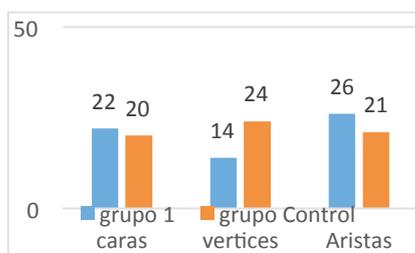


Gráfico 1 Grupo 1 comparado con el Grupo de Control

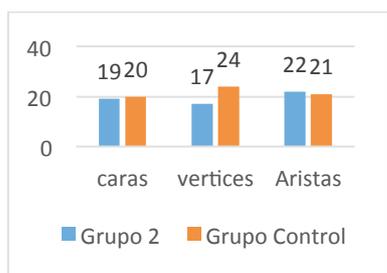


Gráfico 2 Grupo 2 comparado con el Grupo de Control

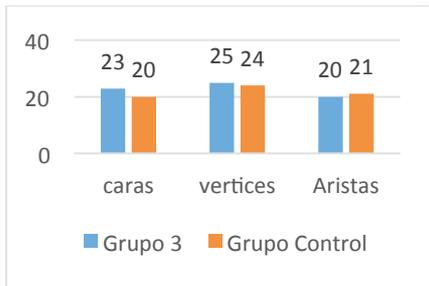


Gráfico 3 Grupo 3 comparado con el Grupo de Control

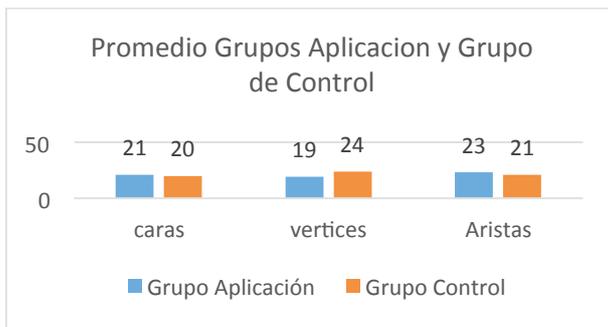


Gráfico 4 Comparativa del promedio de los tres grupos contra el grupo de control

Como se aprecia, no parece haber una gran diferencia en el aprendizaje con la utilización del dispositivo frente a la clase tradicional que llevó el grupo control, incluso en el inciso de vértices, se observa mayor dificultad en su identificación a través del dispositivo RVI. Esto puede deberse a que los vértices son los puntos de convergencia de las aristas, que se representaban, virtualmente, también con puntos, lo que pudo generar confusión en los niños. Por el contrario, en la clase tradicional, la profesora explicó y señaló cuáles eran los vértices. Este aspecto nos induce a revisar y corregir los gráficos de la representación virtual de este componente.

En cuanto a las incidencias observadas directamente en la aplicación y después analizadas con detenimiento en los videos, se rescatan algunos

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
efectos importantes en el desempeño de los alumnos frente al equipo de
RVI, como lo muestran los siguientes ejemplos:

- Aldo, del segundo grupo de cuarto grado, que, al decir de la profesora, es uno de los niños más indisciplinados y a quien se le llama más frecuentemente la atención en las clases ordinarias, ese día fue uno de los más trabajadores, tranquilos y aplicados en las tareas de la clase.
- El caso de Adriana, del mismo grupo, niña extremadamente tímida e introvertida, que al llegar a las conclusiones de la clase levanto la mano para participar, cosa que nunca había hecho, según testimonio de la profesora, sin embargo, al concedérsele el turno, finalmente no se atrevió a hablar.

La aplicación del dispositivo en la secuencia didáctica causó de inmediato expectación entre los profesores y alumnos del resto de los grupos de la escuela. Desde el primer día se corrió la voz de que en los grupos de cuarto grado estaban llevando a cabo la aplicación de un proyecto, por lo que pasaron por los diferentes salones en que se trabajó, docentes de otros grados para preguntar por lo que se estaba realizando, incluso algunos de ellos tuvieron la oportunidad de probar el equipo y pedirlo para sus grupos.

Las maestras comentaron que algunos papás se habían acercado a ellas interesados en la actividad y para preguntar por las características del dispositivo, ya que los niños les comentaron de la experiencia vivida en clase.

La aplicación generó una gran comunicación e intercambio de comentarios entre todos los niños con quienes se estaba trabajando, los que ya habían pasado y los que aún no pasaban. Cada vez que un alumno utilizaba el equipo, los demás preguntaban “que se siente”, “esta suave”, etc.

La evidencia principal de desempeño, finalmente, fue que los alumnos pudieran explicar, tanto por escrito como con demostración gráfica o mediante diversas representaciones, donde se ubican, en su entorno real,

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica objetos similares a los trabajados en clase y provea información de sus características geométricas. Así mismo se analiza el uso del dispositivo tecnológico como manifestación de la Tecno-competencia o competencia digital para el correcto manejo del software de realidad. Todos estos elementos, al cumplirse según lo esperado, se consideran como evidencia del fortalecimiento de la competencia comunicativa y en consecuencia, del desarrollo asociado de las competencias descritas en la actividad didáctica, de acuerdo con el campo formativo del tema tratado.

Conclusiones

Observar como los alumnos interactuaban con el uso del dispositivo de RVI, el efecto que tenía en su comportamiento durante las actividades de la clase, sus expresiones, en ocasiones de asombro, otras de incredulidad, la sonrisa obtenida de gratificación y al final el cómo trataban de explicar a sus compañeros lo que les tocaba observar en su respectivo turno, fue muy fructífero y enriquecedor para entender los beneficios de la tecnología aplicada en la educación.

Aun y cuando la evidencia del dominio de la competencia descrita como identificación y manejo de características básicas de las figuras geométricas, no parece resultar, en este caso, significativamente mejor, utilizando el dispositivo de RVI dentro de la secuencia didáctica del conocimiento adquirido con la secuencia trabajada de manera tradicional, el flujo de comunicación dentro y fuera del aula si fue mucho mayor entre los estudiantes, entre los docentes y aún despertó el interés y expectativa de los padres de familia, permitiendo una interacción mayor en el proceso enseñanza aprendizaje, ésta situación favorece el trabajo colaborativo entre los docentes y aporta elementos de análisis sobre lo que ocurre en el aula con la introducción de innovaciones tecnológicas.

Con la aplicación que se ha realizado, se advierte que por el momento, el equipo ideal son las gafas interactivas, semejantes al modelo Oculus Rift, con el kit de desarrolladores DK2, con que se trabajó en la experiencia descrita, ya que permiten un mejor control sobre el entorno, con lo que se logró una inmersión completa dentro del ambiente de la RV, consiguiendo

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
una aplicación exitosa, con gran interés por parte de los alumnos, de los
maestros y de todo el personal administrativo de la primaria Antonio
Quevedo Caro de la Cd. de Chihuahua.

Referencias Bibliográficas

Barbalios, N., Ioannidou, I., Tzionas, P., & Paraskeuopoulos, S. (2013). A model supported interactive virtual environment for natural resource sharing in environmental education. *Computers & Education*, 231-248.

Castillo Alvarado, P., García Montes, V. M., Perrusquía Máximo, E., León Hernández, M. Á., Hernandez

Castro, D. K., Hernández Soto, J. M., Arredondo Díaz, C. (2011). *Matemáticas Cuarto Grado*. México: Secretaria de Educación Pública.

Caudell, T., & Mizell, D. (1992). Augmented Reality: and application of heads-up display to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on*, vol.ii, 659-669.

Cortés M., J. A., Guzmán I., I., & Marín U., R. (2013). Ámbitos y alcances de la competencia comunicativa en educación. *European Scientific Journal*, 282-304.

Cortés M., J., & Carrillo V., L. E. (2012). La Competencia comunicativa en la producción académica. En E.

Cisneros, B. García-Cabrero, E. Luna, R. Marín, & (Coord.), *Evaluación de competencias docentes en la educación superior* (págs. 249-282). México: Juan Pablos Ed.; REDECA.

Cuadra, A. (2007). *Hiperindustria cultural*. Santiago de Chile: E-Book.
Heiling, M. L. (1962). *The Father of Virtual Reality*. Recuperado el 15 de mayo de 2014, de Morton L. Heiling: <http://www.mortonheilig.com/>

Kartiko, I., Kavakli, M., & Cheng, K. (2010). Learning science in a virtual reality application: The impacts of animated-virtual actors' visual complexity. *Computers & Education*, 881-891.

Lanier, J. (1989). *Brief Biography of Jaron Lanier*. Recuperado el 15 de mayo de 2014, de <http://www.jaronlanier.com/general.html>

Marín U., R., & Guzmán I., I. (2012). Formación- evaluación: una propuesta para el desarrollo y la evaluación de competencias docentes. En *Evaluación de competencias docentes en la educación superior* (págs. 203-247). México: Redeca, Juan Pablos editor.

Marín U., R., & Guzmán I., I. (2013). Formación- evaluación: una propuesta para el desarrollo y la evaluación de competencias docentes. En *Evaluación de competencias docentes en la educación superior* (págs. 203-247). México: Redeca, Juan Pablos editor.

Mayáns-Martorell, J. (2013). Augmented User Interface. *Procedia Computer Science*, 113-122.

Milgram, P., Takemural, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telem manipulator, and telepresence Technologies*, 282-292.

Myron W. Krueger, T. G. (1985). *VideoPlace an Artificial Reality*. New York, USA.: ACM. Secretaria de Educación Pública. (2012). [conevyt.org.mx](http://www.conevyt.org.mx).
Obtenido de
http://www.conevyt.org.mx/cursos/cursos/fracciones_v2/contenidos/u_4/u4_act26.html

Sutherland, I. (2005). *Realidad Virtual*. Recuperado el 15 de mayo de 2014, de Realidad Virtual: www.realidadvirtual.com

Secuencias didácticas con realidad virtual:
En el área de geometría en educación básica
Tzung-Jin, L., Been-Lirn Duh, H., Nai, L., Hung-Yuang, W., & Chin-Chung, T.
(2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction
performances and behavior patterns in an augmented reality simulation
system. *Computers & Education*, 314-321.

Virvou, M., & Katsionis, G. (2008). On the usability and likeability of virtual
reality games for education: The case of VR-ENGAGE. *Computers &
Education*, 154-178.

Wu-Yuin, H., & Shin-Shin, H. (2013). Analysis of peer learning behaviors using
multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry
problem solving. *Computers & Education*, 308-319.