

Original: Inglés

EVALUACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL EN ÁFRICA

UNA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA

Original: Inglés

Evaluación de la realidad virtual
en África
Una perspectiva pedagógica

Preparado por

David Lockwood
The Naledi3d Factory (Pty) Ltd

Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Las opiniones expresadas son las propias de los autores y no reflejan necesariamente las de la UNESCO.

Las designaciones empleadas y la presentación de los hechos en esta publicación no implican la adopción de posición por parte de la UNESCO con respecto a la situación jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus límites o fronteras.

Entrada recomendada para catalogación:

Evaluación de la realidad virtual en África, una perspectiva educativa / preparado por David Lockwood; The Naledi3d Factory (Pty) Ltd. - París: UNESCO, 2004 – 47 págs.; 00 cm.
(CI-2004/WS/1)

I – Título

II – UNESCO

PREFACIO

Desde el año 2000, la UNESCO ha apoyado, en colaboración con la empresa Naledi3d Factory, varias iniciativas en las cuales se ha explorado el potencial de la realidad virtual (RV) como instrumento de enseñanza en África; hasta la fecha, concretamente, en Etiopía, Sudáfrica y Uganda (véase resumen en el cuadro).

Con objeto de definir el camino a seguir para progresar en esta área, la UNESCO encargó el presente informe, en el cual se evalúan las ventajas comparativas de la aplicación de las herramientas multimedia e interactivas tridimensionales (3D) en el ámbito educativo. Este proyecto se dividió en dos partes:

1. Un panorama de las prácticas y los enfoques generales en materia de uso de herramientas multimedia e interactivas 3D como material didáctico, y
2. un programa de evaluación que abarca varias escuelas y telecentros comunitarios en Sudáfrica y Uganda.

Los autores prepararon el panorama con la colaboración de otros tres especialistas a los que se encargó que preparasen cuatro artículos originales: “VR from an African educational perspective” [La realidad virtual desde una perspectiva educativa africana] (Dra. Rita Kizito, encargada de la elaboración de contenidos didácticos de la Universidad de Sudáfrica, UNISA); “Overview of the Brain” [Estudio general del cerebro] (Dr. R.S. Day, responsable de TIC en la UNISA); “The Global Approach to Teaching and Learning” [El enfoque global de la enseñanza y el aprendizaje] (Dr. R.S. Day, responsable de TIC en la UNISA); “Comparison of the characteristics of educational multimedia” [Comparación de las características de los programas educativos multimedia] (Sr. J. Hugo, Ciencias de la accesibilidad). Estos artículos pueden encontrarse en el archivo de publicaciones de Naledi3d Factory (<http://www.naledi3d.com/navpage.html>).

En lo que respecta al programa de evaluación, los autores expresan su agradecimiento a la Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO (en particular

Hasta la fecha, las iniciativas adoptadas en África en el ámbito de la RV han tenido como resultado:

- La creación de un modelo de RV que permite abordar temas educativos relacionados con las normas elementales de higiene en las comunidades rurales africanas. El principal objetivo de este proyecto era usar la simulación visual interactiva como medio para enseñar las normas elementales de higiene a las comunidades rurales y centrarse sobre todo en las condiciones de salubridad, el agua y la prevención de las enfermedades asociadas a éstas (como el paludismo, la bilharziosis, la disentería y el cólera). El modelo resultante fue experimentado y utilizado en el telecentro de Nakaseke (Uganda). La otra finalidad de este proyecto era ensayar el uso de la realidad virtual como método de formación informatizado e interactivo en telecentros africanos. Nakaseke está a unos 60 km al norte de Kampala.
- La formación en los locales de Naledi3d Factory (Pretoria) de dos programadores de RV procedentes de Uganda. Desde la conclusión de la segunda sesión de formación a principios de 2002, se han elaborado otros modelos piloto de RV, incluidos “Motores de corriente continua” y “Francés para ugandeses”, que se han utilizado en el Kings College Budu y en St Henry’s Kitovo, dos escuelas ugandesas.
- La creación en Kampala de un comité oficial sobre RV encargado de coordinar las iniciativas que se adopten en este ámbito en el país; está integrado por representantes de dos universidades (Makerere y Kyambogo), SchoolNet Uganda, la Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO, el Ministerio de Educación, el Centro Nacional de Elaboración de Planes de Estudios y varias escuelas locales.
- Un taller sobre RV patrocinado por el IICBA (Instituto Internacional de la UNESCO para el Fortalecimiento de Capacidades en África), que se celebró en marzo de 2002 en la sede de Naledi3d Factory de Pretoria, con participantes de Uganda, Etiopía y Nigeria, y en el que se elaboraron modelos piloto para la descripción de los sistemas de palanca, la velocidad relativa y los elementos químicos.
- Un proyecto en el que se utiliza la RV para explicar a jóvenes de todas las edades en Alexandra (Johannesburgo) cómo presentar candidaturas, cómo conservar un empleo y cómo crear su propio espacio de búsqueda de trabajo.
- Un proyecto destinado a informar a los educadores etíopes sobre el problema del VIH/SIDA y ayudarlos a mejorar las clases que imparten sobre este tema, incluidas las cuestiones sociales, culturales y psicológicas conexas.

la Srta. Anastasia Nakkazi, Secretaria General, y el Sr. Martin Nsubuga que se ocupó del apoyo logístico y operativo durante el estudio) y a la Universidad de Sudáfrica - UNISA (en particular la Dra. Rita Kizito que elaboró la metodología y los cuestionarios para el estudio) por el apoyo que les prestaron.

Se agradece asimismo su asistencia al comité de coordinación local en Uganda:

Profesor Paul Mugambi	Presidente del Comité Nacional del PII de la UNESCO
Sr. Michael Galiwango	Asesor en educación
Sr. Edward Jjuuko	Telecentro de Nabweru
Sr. Daniel Kakinda	SchoolNet Uganda
Sr. David Kalanzi	Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO
Sra. Victoria Kisaakye	Centro Nacional de Elaboración de Planes de Estudios
Profesor Albert Lutalo-Bosa	Rector de la Universidad de Kyambogo
Sr. Musa Luyinda	Telecentro comunitario polivalente de Nakaseke
Sr. Fredrick Matovu	Telecentro de Buwama
Sr. John Ssemmondo	Escuela de segundo ciclo de enseñanza secundaria de Mengo
Sr. Lawrence Ssenkubuge	St Henry's College, Kitovu
Sr. John Ssenkunja	Escuela de segundo ciclo de enseñanza secundaria de Ndejje
Sr. Christopher Walugembe	Universidad de Kyambogo

y a los directores de las escuelas anfitrionas en Sudáfrica:

Sr. C.M. Masuluke	Director de la Escuela de enseñanza secundaria de Soshanguve
Sr. J. Ramokwase (fallecido)	Director de la Escuela de enseñanza secundaria de Mamelodi
Sr. R. Sebata	Director de la Escuela de enseñanza secundaria de Mamelodi

ÍNDICE

RESUMEN	v
1. Perspectivas educativas de la realidad virtual en África	1
1.1 Potencial de la realidad virtual	1
1.2 ¿Qué es la realidad virtual?	2
1.3 Los tres niveles de las tecnologías de la realidad virtual	3
1.4 La investigación del cerebro y los mecanismos neurológicos del aprendizaje	5
1.4.1 El cerebro humano	6
1.4.2 La mente humana	6
1.4.3 Imágenes mentales	8
1.5 Aprendizaje natural	9
1.6 Mejores métodos de aprendizaje – La necesidad de cambios fundamentales	9
1.7 La función del texto en el aprendizaje	10
1.8 La función de la tecnología (y la RV) en el aprendizaje	12
1.8.1 Usar la tecnología para crear nuevos materiales didácticos	12
1.9 La enseñanza y el aprendizaje en los países en desarrollo	14
1.10 Utilizaciones recientes de la realidad virtual en la educación	15
1.11 ¿Cuáles son las ventajas de la realidad virtual para la educación	17
1.12 ¿Cuáles son los inconvenientes de la realidad virtual en África?	18
1.13 ¿Para qué ámbitos de la enseñanza es más apropiada la realidad virtual?	19
1.13.1 Posibles utilizaciones de la realidad virtual	20
1.13.2 La enseñanza de adultos y la de niños	20
1.13.3 La compatibilidad entre los métodos y los soportes de la formación	22
1.14 Conclusiones	23
1.14.1 Ha llegado el momento de adoptar mejores métodos de aprendizaje	23
1.14.2 La realidad virtual responde perfectamente a las necesidades de la memoria humana	24
1.14.3 En África la realidad virtual puede desempeñar un papel vital en la educación	24
1.14.4 La realidad virtual es una herramienta educativa eficaz	24
1.14.5 La realidad virtual sirve para enseñar a niños y a adultos	25
1.14.6 Las aplicaciones de la realidad virtual en la educación	25
1.15 El camino a seguir	26
2. Metodología de la encuesta	28
3. Análisis de los resultados de la encuesta	31
3.1 Conclusiones	31
3.1.1 Grado de conocimiento de cada uno de los temas antes y después de la clase de realidad virtual	31
3.1.2 Calificación de la experiencia	31
3.1.3 Comparación entre estudiantes ugandeses y sudafricanos	32
3.2 Conclusiones – Después de la demostración basada en la realidad virtual: calificación por los profesores del programa	32
3.3 Conclusiones – Después de la demostración: Experiencia de aprendizaje de los estudiantes	33
3.3.1 Opiniones sobre el volumen y el valor del aprendizaje adquirido gracias a la demostración	33
3.3.2 Comparación entre los estudiantes ugandeses y los estudiantes sudafricanos	34
3.4 Evaluación por los estudiantes de las clases impartidas mediante técnicas de realidad virtual	35

3.4.1	Calidad general	35
3.4.2	Comparación entre los estudiantes ugandeses y los estudiantes sudafricanos	36
3.5	Evaluación por los profesores de las clases impartidas mediante técnicas de realidad virtual	36
4.	Resumen de los resultados de la encuesta	38
4.1	Clases en las que se utiliza la realidad virtual: clasificación de los estudiantes	38
4.2	Clases en las que se utiliza la realidad virtual: clasificación de los docentes	38
4.3	Clasificación de los programas informáticos de realidad virtual	38
4.4	Experiencia de los docentes con la realidad virtual	39
4.5	Conclusión	39
ANEXO 1 –	Análisis estadísticos de las respuestas del conjunto de los docentes	41

Las tecnologías de realidad virtual

La realidad virtual, denominada también “simulación visual interactiva”, puede definirse como “*un entorno generado por ordenador en el cual el usuario puede a la vez visualizar y manipular su contenido*”. Permite una interacción intuitiva en tiempo real, en un entorno 3D inteligente y realista.

Las tecnologías de RV abarcan desde los sistemas inmersivos (sistemas CAVE, cascos y lentes de RV, entre otros), hasta los sistemas no inmersivos que funcionan en ordenadores personales y pueden visualizarse directamente en la pantalla o ser proyectados en una pared mediante un proyector digital, pasando por los semi-inmersivos (teatro virtual, mesas inmersivas, etc.).

En el contexto educativo, la RV permite al alumno visualizar y manipular objetos virtuales casi como en un entorno real. Propicia el desarrollo de aptitudes multisensoriales, multiperceptuales y multidimensionales, mejorando así las facultades de comprensión. Asimismo, la RV ayuda al alumno a contextualizar el material didáctico. Combinada con nuestros conocimientos actuales sobre los procesos neurológicos del cerebro humano y sobre la manera en que éste crea imágenes mentales y aprende, no cabe duda de que se convierte en un potentísimo instrumento de visualización, en particular en el sector educativo, y lo mismo en los países desarrollados que -con mayor motivo- en los países en desarrollo (donde el texto y el lenguaje son muchas veces obstáculos al aprendizaje).

El cerebro, los procesos neurológicos y la mente

Gracias a los progresos realizados por la neurociencia, ahora puede mostrarnos cómo funciona el cerebro y cómo está estructurada la mente humana. La interacción entre la vista, el tacto y el oído cumple una función primordial para que los seres humanos conozcan y entiendan el universo que los rodea, su sociedad y a sí mismos.

La *vista* es el primer sentido del ser humano en torno al cual se ha desarrollado nuestra mente. Este sentido excepcional ocupa la zona más amplia de nuestro córtex. El córtex visual no está especializado en un determinado tipo de comportamiento, sino que crea representaciones abstractas del mundo (imágenes mentales antes que imágenes retinales) y las graba en lo que podríamos llamar “fondo común mental” utilizado por *todos* los otros módulos cognitivos de la *mente*.

El *oído* ha transformado radicalmente el cerebro humano. Ahora bien, el lenguaje complejo ha “anexionado” recientemente grandes partes del hemisferio izquierdo, que anteriormente estaban dedicadas a las funciones visuoespaciales. Con todo, desde la perspectiva de la evolución, el lenguaje humano, que es recientísimo, está todavía “en construcción” y dista mucho de estar plenamente integrado en las funciones naturales del cerebro, contrariamente a la visión y al córtex visual.

La *memoria* es un proceso en el que un estímulo transitorio produce un cambio persistente en el cerebro. Un complejo conjunto de múltiples zonas y sistemas de la memoria nos permite aprender y recordar. La **memoria explícita/declarativa** comprende la *memoria semántica* basada en las palabras y la *memoria episódica que almacena los recuerdos de sucesos*. La **memoria implícita** (denominada también memoria motora, aprendizaje corporal o memoria de los hábitos) puede dividirse entre el *mecanismo procedimental*, que permite un aprendizaje “por la práctica”, y el *mecanismo reflexivo*, esto es, nuestro sistema de recuperación reflexiva que es automático, funciona continuamente y produce una multitud de asociaciones instantáneas.

Sin embargo, el papel de la **memoria operativa** en la cognición y el aprendizaje humanos difícilmente podría ser más importante, ya que reúne y coordina la memoria, la atención y la percepción. Nuestra *memoria operativa* comprende un sistema ejecutivo central y dos sistemas secundarios que dependen de él, a saber, la *agenda visuoespacial* (que sirve para crear y manipular imágenes visuoespaciales) y el *bucle fonológico* (que almacena la información acústica y verbal). La mejor definición de la *memoria operativa* es la de un mecanismo mental que permite ejecutar tareas cognitivas complejas gracias a su capacidad para almacenar temporalmente la información transmitida por los diferentes sentidos, *en particular la vista y el oído*. La *memoria operativa* crea representaciones abstractas o imágenes mentales del mundo y las graba en una especie de agenda 3D que manipula imágenes en la mente.

En resumidas cuentas, las imágenes mentales son el motor que rige nuestra reflexión (tanto real como abstracta) acerca de los objetos en el espacio. A todos los efectos, *las imágenes mentales* representan la aptitud más potente del cerebro para analizar, entender y visualizar.

Nuevos métodos de aprendizaje

La neurociencia ha demostrado que sería provechoso, en materia de “aprendizaje”, pasar de la mera memorización de hechos a la adquisición de aptitudes cognitivas –reflexión, aprendizaje y razonamiento. Los actuales métodos pedagógicos que consisten en “mostrar y contar” no tienen en cuenta las virtudes y carencias de la *memoria operativa*, cuyo papel es fundamental, e infrautilizan la agenda visuoespacial.

En este contexto, la RV puede cumplir una función pedagógica primordial, ya que está inherentemente basada en pseudo-imágenes 3D y puede aprovechar las facultades de los componentes más potentes del cerebro.

La tecnología en el aprendizaje

Aunque la mejora de la educación debería fundarse en avances pedagógicos antes que tecnológicos, la tecnología está introduciendo una serie de opciones y mejoras en los materiales pedagógicos actuales, gracias a la aplicación de programas multimedia digitales interactivos. No obstante, hay que tener presente que sería preciso elaborar directrices claras que impulsen la creación de condiciones de aprendizaje basadas en las nuevas tecnologías. Por ejemplo, convendría utilizar materiales pedagógicos estructurados y coherentes, hacer participar a los alumnos en diversos trabajos de investigación y ofrecer una serie de experiencias prácticas de calidad que los alienten a elegir, realizar búsquedas, etc.

La enseñanza y el aprendizaje en los países en desarrollo

Obviamente, los nuevos métodos educativos basados en programas multimedia son esenciales en el mundo desarrollado y, con mayor motivo, en los países en desarrollo, sobre todo en África. Asimismo, es importante que esos materiales didácticos no se importen, sino que se produzcan localmente para satisfacer las diversas necesidades de aprendizaje de los excluidos, que representan la mayor parte de la población en África, teniendo plenamente en cuenta los problemas lingüísticos, culturales y de analfabetismo existentes en cada país.

La realidad virtual es la única aplicación de las TIC que puede satisfacer TODAS las necesidades educativas antes mencionadas en África, mediante la creación de entornos 3D interactivos, simulados y virtuales.

Las ventajas de la realidad virtual

La realidad virtual:

- Permite al usuario interactuar con el material didáctico de una manera más natural
- Permite al alumno elaborar un “modelo mental” exhaustivo y natural del tema que estudia
- Permite al usuario navegar fácilmente en el espacio de la información
- Permite al alumno realizar búsquedas
- Es un potente instrumento de visualización
- Ayuda a superar los problemas relacionados con el analfabetismo
- Facilita la aplicación de un modo de aprendizaje que consiste en “mirar – ver – hacer”
- Minimiza los riesgos
- Es un valioso instrumento de motivación para los alumnos
- Permite reducir costos, por ejemplo en el caso de los laboratorios escolares
- Puede crear entornos pedagógicos “imposibles”.

Los retos de la realidad virtual en África

Pese a los beneficios que pueden obtenerse con la aplicación de la RV en el ámbito educativo africano, varios problemas quedan aún por resolver. Por lo general, atañen a cuestiones de igualdad y de acceso a los equipos de las TIC, así como al costo de la elaboración de contenidos adaptados al entorno del aprendizaje en África. Sin embargo, en los últimos dos o tres años, la potencia creciente de las tarjetas gráficas de ordenadores personales ha hecho de la RV una opción educativa más viable, tendencia que seguirá acentuándose. Además, a medida que aumente la capacidad en todo el continente, disminuirán los costos de desarrollo, sobre todo si las regiones y los países comparten los contenidos de RV que en ellos se hayan elaborado.

El camino a recorrer

- El contenido visual es esencial para el aprendizaje, y las condiciones y los contenidos creados mediante la tecnología interactiva 3D (RV) pueden contribuir sustancialmente a mejorar la educación en África y a eliminar algunas de las carencias educativas existentes en el continente.
- Es importante que los países africanos sean capaces de crear sus propios contenidos de RV, a fin de atender las diversas necesidades locales en materia de aprendizaje y abordar los diferentes problemas lingüísticos, culturales y de analfabetismo.

Actualmente, Uganda está empezando a crear materiales pedagógicos propios para sus escuelas. Participan en este proceso varias escuelas, organismos oficiales e instituciones educativas. En marzo de 2002, se celebró en Pretoria un taller del IICBA sobre realidad virtual en el cual se definió una estrategia para llevar la iniciativa ugandesa a un nivel panafricano. Esta iniciativa estratégica permitiría aplicar las enseñanzas extraídas del proyecto piloto ejecutado en Uganda y crear capacidades en materia de elaboración de contenidos propios en varios países africanos más.

Esta estrategia supone los siguientes elementos decisivos:

- **La creación de varios centros de elaboración de contenidos de RV en diferentes países africanos**, cada uno de ellos dirigido por un grupo local con miras a facilitar el uso de dichos contenidos en la red local de escuelas, centros polivalentes y bibliotecas, y vinculado a otros centros por intermedio de un grupo de coordinación.

- Al nivel panafricano, **un pequeño grupo de coordinación general de la RV** velaría por que las regiones y los países compartiesen no sólo sus experiencias, sino también los contenidos pedagógicos que en ellos se hayan elaborado.
- Por tanto, se necesitan un proceso y una infraestructura que **garanticen que todos los contenidos elaborados se pongan a disposición de los otros centros de África, mediante shareware y software de “código fuente abierto”**, para que éstos, a su vez, los transmitan a sus comunidades locales.
- El fortalecimiento de capacidades se efectuaría mediante un **mecanismo central de “formación de formadores”** quienes, a su vez, podrían impartir una formación básica a otras personas en sus países de origen.
- Sería preciso organizar **talleres anuales para los encargados de la elaboración de contenidos didácticos y otras personas interesadas** a fin de coordinar, compartir y actualizar experiencias, y seguir fortaleciendo capacidades.
- Las primeras actividades a corto y mediano plazo podrían **centrarse en la creación de contenidos didácticos destinados tanto a las aulas como a la formación de adultos**, en ámbitos como la ciencia (física, química, biología, etc.), las matemáticas, la ingeniería, la estadística, la economía, la salud, la investigación artística y cultural, etc.
- En una de las etapas del proyecto **será preciso abordar las cuestiones que plantea la sostenibilidad**.

1. Perspectivas educativas de la realidad virtual en África

La RV es una de esas tecnologías que siempre parecen prometer algo más de lo que realmente pueden aportar. En el libro *Conéctese con el futuro*, por ejemplo, Faith Popcorn -la gurú del marketing estadounidense- expuso que la utilización de la RV en la enseñanza hace posible (entre otras cosas) tomar clases de pintura con Miguel Ángel o estudiar dramaturgia con Shakespeare. Obviamente, aún no se ha alcanzado ese grado de perfección técnica. Sucede que los comentaristas suelen referirse a la RV para ilustrar un futuro radiante de alta tecnología y con frecuencia conceden menos importancia a otras utilidades bastante más triviales.

Sin embargo, independientemente de las aplicaciones más “tradicionales” de la RV que se utilizan en el mundo desarrollado, el análisis del papel particular que esa tecnología podría desempeñar en África y en otras regiones del mundo en desarrollo tiene suma importancia. Las actividades relativas a la RV que la UNESCO patrocina en África, descritas en el Prefacio de este estudio, se basan en la *premisa* de que constituye una nueva forma de comunicar ideas, competencias y conocimientos de manera visual. Se confía en que la RV permitirá superar los obstáculos con los que –a causa del analfabetismo- tan frecuentemente se tropieza en la enseñanza y la capacitación. En este informe se exponen los criterios en que se basan esas actividades e ideas.

1.1 Potencial de la realidad virtual

Los prototipos de RV presentan muchas ventajas. Pueden utilizarse para visualizar procesos industriales completos y principios científicos o de ingeniería, para ensayar ideas antes de invertir en su construcción material y para reconstruir mundos históricos y culturales desaparecidos hace largo tiempo. Mediante la RV podemos visualizar y modificar proyectos antes de su puesta en marcha y observar procesos sin poner en peligro la seguridad, cosa que sería imposible en el mundo real. Lo más importante de todo es que la RV ilustra el funcionamiento de las cosas con claridad y que, gracias a la interactividad, los usuarios pueden manipular sus contenidos. Por consiguiente, los usuarios pueden “ver” y “observar” y, además, “*intervenir*” en un entorno seguro.

Hasta hace poco tiempo, la RV sólo se utilizaba para hacer simulaciones -especializadas y costosas- de defensa o industriales. Para ello, era preciso disponer de ordenadores gráficos de gran potencia y periféricos onerosos, como guantes de datos, gafas estereo y monitores en forma de visor. Hoy en día, en cambio, esa tecnología se encuentra al alcance de gran número de usuarios puesto que, merced a los avances de la microinformática, es más fácil utilizar las simulaciones visuales 3D interactivas de la RV con computadoras personales corrientes.

En el siglo XXI se ha tomado mayor conciencia de las consecuencias potenciales de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el fomento del desarrollo económico en África. Ahora los ordenadores personales modernos pueden trabajar con gráficos 3D bastante intensivos y la posibilidad de utilizarlos como plataforma para las aplicaciones visuales interactivas puede desempeñar un papel decisivo en la difusión de la utilización de la RV en África, en particular en tres esferas:

- la educación y la capacitación
- la preservación y la promoción de la cultura africana
- la simplificación, gracias a su carácter visual, de la transferencia de conocimientos adaptados a contextos específicos, lo cual permitirá superar los tradicionales obstáculos orales y escritos a la comunicación.

Por primera vez, tenemos acceso a un instrumento de comunicación visual de gran valor, tanto en materia de contextos COMO de conceptos.

1.2 ¿Qué es la realidad virtual?

La RV o, como también se le llama a veces, la “simulación visual interactiva”, puede definirse como *un entorno creado por un ordenador donde los usuarios pueden observar y manipular su contenido*. Esas observaciones y manipulaciones se efectúan de manera intuitiva y en tiempo real, en un entorno tridimensional inteligente y realista.

Una definición más tradicional de la RV consistiría en afirmar que se trata de una tecnología que permite a los alumnos sumergirse en un mundo irreal creado por una computadora que, por consiguiente, constituye un nuevo interfaz entre el hombre y la computadora (Bricken, 1990; Capanema¹ y cols., 2001). El grado de evolución que ha alcanzado actualmente la RV es tal que, en las experiencias sensoriales creadas con computadora, los participantes dan el mismo crédito a las experiencias “virtuales” que a las “reales”. Esta definición presupone el empleo de tecnologías de inmersión como, por ejemplo, de monitores en forma de visor.

En un contexto educativo, la RV puede definirse como un modo de interacción entre el usuario (estudiante) y el entorno creado por computadora, donde el alumno podrá:

1. observar y manipular objetos virtuales del mismo modo que en un entorno real, es decir, de manera interactiva;
2. explotar los elementos que generan múltiples sensaciones, percepciones y dimensiones (visuales, sonoras, etc.) para mejorar la comprensión durante el aprendizaje (Fällman, 2000²; Osberg³, 1992).

Estos dos aspectos, a saber, la posibilidad de que los alumnos observen y manipulen objetos virtuales de manera natural, y la explotación intensiva de los elementos que generan sensaciones y percepciones múltiples, convierten la RV en un instrumento de aprendizaje inestimable. Según Fällman, la RV puede usarse para “facilitar una forma de enseñanza interactiva que estimula, motiva y mejora la comprensión de las actividades de aprendizaje por el estudiante”, en particular en aquellos ámbitos en que los métodos tradicionales de enseñanza no son apropiados o adecuados.

Crandall y Wallace⁴ han descrito el grado de “virtualidad” de un modelo de RV. Estos autores consideran que esa tecnología cuenta con dos parámetros. El primero es la capacidad del sistema general para crear un entorno virtual -se trata del parámetro de la *inmersión*. La facilidad con que el usuario utiliza el sistema virtual y se desplaza en su interior -o sea, el parámetro de la *navegación*- es el segundo. El grado de virtualidad del sistema depende de la combinación de ambos parámetros.

¹ Capanema, I.F.; Santos García, F.L., y Tissiani, G. (2001). *Implications of Virtual Reality in Education*.

² Fällman, D. (2001), *Virtual Reality in Education: Online Survey*.

<http://www.informatik.umu.se/~dfallman/projects/vrie/into.html>

³ Osberg, K.M. (1992). *Virtual Reality and Education: A Look at Both Sides of the Sword*.

<http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-7/>

⁴ Crandall, N. Fredric, y Wallace, Marc J. Jr. (1998). *Work and Rewards in the Virtual Workplace*. American Management Association Center for Workforce Effectiveness.

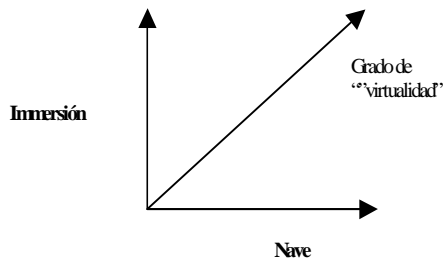


Figura 1: La inmersión respecto a la navegación y la eficacia de la RV
(Adaptado de Crandall y Wallace)

Podría sostenerse que este modelo también da una definición tradicional de la RV, que refleja un paradigma pedagógico clásico, pero no su potencial en tanto que instrumento didáctico interactivo. Muchas de las expectativas suscitadas por la RV expuestas más arriba se deben a la creencia de que la posibilidad de inmersión es una condición indispensable para su utilización. Pues bien, en lo que respecta a los ordenadores personales en particular, las tecnologías de inmersión no son un requisito previo obligatorio para el aprovechamiento del potencial de la RV. La visualización puede inducir experiencias de aprendizaje inestimables que también pueden mejorar enormemente el entendimiento y la comprensión de muchos temas.

1.3 Los tres niveles de las tecnologías de la realidad virtual

La tecnología de la RV conlleva la utilización de instrumentos y plataformas informáticos para representar o recrear la realidad. Se trata de la creación de mundos, entornos o espacios de aprendizaje virtuales en los que el alumno se sumerge. También comprende la creación de objetos virtuales que el estudiante manipula. Con las distinciones de Cronin (1997) se pueden definir las variaciones de los distintos niveles de inmersión de los usuarios en la RV, a saber:

Grado de inmersión	Descripción	
Inmersión total	Monitores en forma de visor (aislamiento del mundo real)	
Inmersión parcial	Bancos de pruebas, monitores táctiles y teatro virtual	
Interactiva, pero sin inmersión	Ordenadores de escritorio para RV, que constituyen la plataforma más económica	

Para determinar si la RV es realmente provechosa en la enseñanza es preciso examinar sus dos aspectos esenciales: los niveles de inmersión de los estudiantes en los entornos virtuales y la medida en que esas experiencias mejoran el aprendizaje. Osberg (1992) previó que la fusión de las computadoras y las telecomunicaciones conduciría a la elaboración de entornos virtuales muy realistas que se utilizarían colectivamente y de manera interactiva. A inicios del siglo XXI, sus previsiones se están volviendo realidad. Por ejemplo, con motivo de la celebración del aniversario de la fundación de San Petersburgo, el Instituto Interactivo Umeå (Suecia) abrirá una ventana virtual al patrimonio cultural de esa



Figura 2: Teatro de inmersión de la empresa SGI (pantalla curva)

ciudad en la que presentará varios escenarios de inmersión en la RV por conducto de Internet. Todas las personas del mundo que dispongan de una conexión Internet al sistema de visualización CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), de componentes de teleinmersión en la RV (monitores en forma de visor o equipos similares) y de equipo de rastreo y dirección podrán entrar en los mundos virtuales que se crearán y manipularlos (www.tii.se).

Recientemente se han realizado nuevos avances en este ámbito. Maseda y cols. (2001⁵) describen una iniciativa satisfactoria en la que se emplearon entornos virtuales 3D junto con otros “agentes inteligentes” para capacitar a grupos de personas que trabajan en situaciones de emergencia en el marco del proyecto ETOILE (Environment for Team Organizational and Individual Learning in Emergencies – Entorno para la organización de equipos y la formación de agentes sobre situaciones de emergencia). Ligorio (2001⁶) reseña otra iniciativa de estudio de la RV en su informe sobre las actividades realizadas en “Euroland”, un mundo virtual. Esos logros demuestran que se puede obtener resultados positivos en el aprendizaje.

De la misma forma, en el diagrama que se presenta a continuación se ilustran, de manera visual, los niveles -o categorías- de las tecnologías de la RV. La mayor cantidad de utilidades potenciales de la RV se encuentra en las soluciones que no son de inmersión y en Internet. Los sistemas de RV de inmersión total y los de pantalla curva (el teatro virtual, por ejemplo) se sitúan en los niveles superiores y, si bien pueden resultar más eficaces por lo que se refiere a la experiencia personal de inmersión, en muchos casos sus precios son prohibitivos, en particular en el mundo en desarrollo.

⁵ Maseda, J.M.; Izkara, J.L.; Mediavilla, A., y Romero, A. (2001). *An Application for Training and Improving Co-ordination between Team Members, using Information Technologies*. Actas de la Conferencia Internacional sobre la sociedad y la tecnología de la información y la formación del profesorado, 5-10 de marzo, Orlando, Florida, Estados Unidos de América.

⁶ Ligorio, M.B. (2001). “Integrating Communication Formats: Synchronous versus Asynchronous and Text-based versus visual”, *Computers & Education*”, Vol. 37, N° 2, septiembre, págs. 103-125.

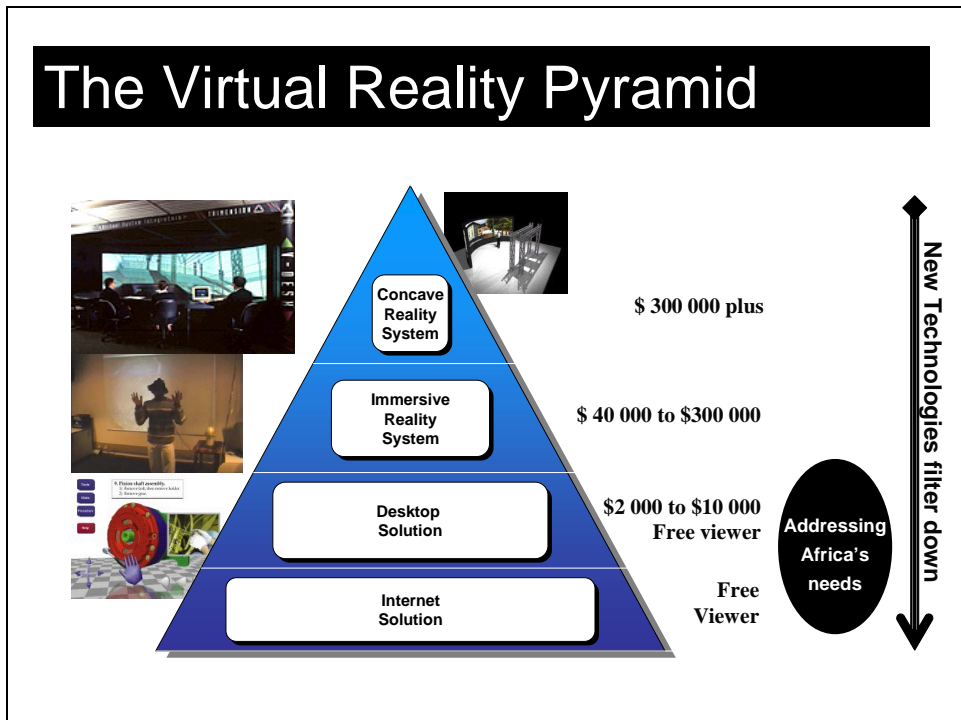


Figura 3: La pirámide de la realidad virtual



Figura 4: Monitor en forma de visor (tecnología de la 5ª dimensión)

Muchos de los ejemplos citados más arriba pueden clasificarse en la cúspide de la pirámide de la RV presentada en la Figura 3. Ahora bien, en la mayoría de los casos, el costo de esas tecnologías en África es exorbitante. A corto plazo, las posibilidades de utilización de la RV para la educación en África se encuentran en la base de la pirámide, en particular, en los sistemas de inmersión parcial y -en los casos en que el ancho de banda y las posibilidades de conexión son correctas- en los sistemas basados en Internet. En las regiones en que el ancho de banda no es suficiente, la utilización de CD-ROM también puede desempeñar un papel importante puesto que se trata de elementos muy baratos.

Antes de examinar detalladamente el papel de la RV en el contexto educativo, es preciso entender mejor cómo funciona y aprende el cerebro, puesto que la comprensión de esos mecanismos es necesaria para entender el potencial didáctico de la RV. Las investigaciones actuales nos están llevando a un conocimiento más profundo de las relaciones existentes entre los procesos cognoscitivos del cerebro y el aprendizaje y, por lo tanto, del papel que puede desempeñar la RV en tanto que instrumento didáctico.

1.4 La investigación del cerebro y los mecanismos neurológicos del aprendizaje

Muchas personas creen que, en un mundo ideal, todas las personas deberían disfrutar de la oportunidad de aprender a lo largo de toda la vida y en condiciones óptimas; además, se está generalizando la opinión de que se trata de un derecho humano básico.

La comprensión de los mecanismos de aprendizaje del cerebro, así como de los resultados de las investigaciones contemporáneas sobre ese tema, es fundamental para entender por qué puede utilizarse la RV con tanta eficacia en la enseñanza, *en particular* en el mundo en desarrollo.

1.4.1 El cerebro humano

Sin lugar a dudas, *el cerebro humano* es el dispositivo más complejo del mundo pero, con frecuencia, no se lo sabe valorar. “*El cerebro humano consta de muchas regiones. Cada una de ellas cumple una función especial: convertir sonidos en palabras, procesar colores, detectar miedo, reconocer un rostro o distinguir un pez de una fruta. Pero la lista de sus componentes no es estática –cada cerebro es único, cambia permanentemente y es infinitamente sensible al entorno... Su complejidad es tan grande que, probablemente, nunca conseguirá comprenderse a sí mismo. Pero siempre lo está intentando*” (Carter⁷).



Figura 5: El cerebro, integrado por múltiples módulos y órganos

Los seres humanos tienen alrededor de cien mil millones de neuronas (10 veces más que los simios) y esas células activas (perciben, piensan, aprenden, etc.) del sistema nervioso están conectadas entre sí por la increíble cantidad de 1.500.000 kms de fibras nerviosas. Durante los últimos dos millones de años (un periodo muy breve desde la perspectiva de la evolución), la relación ponderal entre el cerebro y el cuerpo de los homínidos se ha multiplicado prácticamente por cuatro y la mayor parte de ese crecimiento sin precedentes se ha producido en el córtex cerebral.

Aunque el *Homo Sapiens* surgió hace unos 150.000 años, sólo durante los últimos 50.000 se produjo un aumento espectacular de la fabricación de utensilios que no fuesen de piedra. ¿Por qué fueron precisos 100.000 años para que el ser humano desarrollara esas capacidades? ¿Qué nos dice ese lapso acerca de la mente, la inteligencia y *el aprendizaje*?

1.4.2 La mente humana

La mente humana no es el cerebro, sino lo que éste hace. El cerebro no es un órgano individual, sino un sistema de módulos y órganos, cada uno de ellos con una configuración específica, que lo convierte en “especialista” en una esfera de interacción con el mundo. Estas relaciones se establecen mediante los cinco sentidos del cuerpo humano. La interacción entre la vista, el tacto y el oído es la más importante ya que permite a los seres humanos entender y conocer el universo que les rodea y su sociedad, y comprenderse a sí mismos.

⁷ Carter, Rita. (2001). El Nuevo mapa del cerebro. RBA libros.

La vista es el sentido primario en torno al cual ha evolucionado la mente. *Este notable sentido posee el área cortical más extensa (alrededor del 50%) consagrada a sus actividades.* La corteza visual se divide en muchas zonas, cada una de las cuales procesa un aspecto de la vista, como el color, la forma, el tamaño, la percepción estereoscópica, la profundidad, etc. Las imágenes observadas se reflejan en esquemas concomitantes de actividad neuronal en la superficie de la corteza visual, que luego se transforman en modelos mentales abstractos de nivel superior.

En conjunto, el aparato visual no está dedicado a un tipo de conducta específica, sino que crea representaciones abstractas del mundo (imágenes mentales, más que imágenes en la retina) y las inserta en un “ejido mental”⁸ que pueden usar *todos* los módulos de la mente. *Una imagen mental es simplemente un boceto pseudotridimensional que se extrae de la memoria de largo plazo en vez de hacerlo de lo que perciben los ojos.*

El oído ha cambiado radicalmente al cerebro humano porque el lenguaje complejo se ha apropiado en fecha reciente de extensas zonas del hemisferio izquierdo (que anteriormente se usaban para funciones relativas a la visión y la percepción espacial), con lo que ha creado una asimetría que no se encuentra en ningún otro animal. La consecuencia es que, desde el punto de vista de la evolución, el lenguaje humano, que es muy reciente, todavía está “en construcción” y muy lejos aún de hallarse completamente incorporado al cerebro. Aunque el análisis de una secuencia oral es una tarea de gran complejidad, los niños pequeños no necesitan que nadie les enseñe las funciones esenciales de la escucha y el habla. Por el contrario, la lectura y la escritura son difíciles de aprender a cualquier edad. La letra impresa apenas tiene unos cuantos siglos de existencia, por lo que, en la escala de la evolución humana, la lectura ni siquiera ha empezado a convertirse en una capacidad innata. Por ende, la índole innatural de la lectura y la escritura tiene graves consecuencias para el aprendizaje (incluso entre las personas alfabetizadas, en términos cognitivos el texto es el menos eficaz y efectivo de los medios de comunicación existentes).

La memoria no es una función constante ni una capacidad única, sino más bien un proceso en el que un estímulo efímero genera un cambio persistente en el cerebro. Un complejo dispositivo de diversos centros y sistemas de memorización es el responsable del uso óptimo de nuestra capacidad de aprendizaje y evocación. Las diversas maneras en que la información se archiva y se recupera ofrecen una forma más clara de comprender qué es la memoria.

- **Memoria explícita o declarativa:** existe en varias formas, entre ellas la *memoria semántica*, que se basa sobre todo en las palabras (apenas necesitábamos la rememoración temática hasta hace muy poco tiempo, cuando se difundieron los libros y la alfabetización) y la *memoria episódica*, que registra los sucesos (denominada también proceso de evocación de lugares, espacial, de sucesos o contextual –un mapa temático de nuestras experiencias cotidianas- y que cada persona utiliza de forma espontánea).
- **Memoria implícita:** Aunque nuestra mente está repleta de información, nuestra capacidad de recordarla depende de la vía de acceso que seleccionemos y de que nos demos cuenta, en primera instancia, de que conocemos dicha información. Hay dos vías diferentes: la de procedimiento y la reflexiva.
 - La **vía de procedimiento** (a menudo denominada memoria motriz, memoria corporal o de hábito) permite el “aprendizaje práctico”, que genera un suministro de datos sensoriales más amplio y complejo que pasan al cerebro y es, en general, superior a la mera actividad

⁸ “Ejido mental”: empleamos estas palabras para describir la parte del cerebro que se emplea para compartir imágenes mentales, que utilizan todos los demás componentes del cerebro. Estas imágenes mentales se almacenan en una forma pseudovisual 3D.

cognitiva. Este tipo de aprendizaje parece ser más fácil de dominar, se recuerda con facilidad y genera recuerdos positivos duraderos.

- La **vía refleja** – nuestro sistema reflejo de evocación es automático, funciona casi permanentemente y está repleto de asociaciones instantáneas. Las experiencias que conllevan una carga emotiva reciben un trato privilegiado y se recuerdan con más facilidad que las experiencias neutras. La memoria auditiva es un poderoso catalizador emotivo, por ejemplo, como ocurre con una canción favorita. Los investigadores suponen que este tipo de estímulo recorre una vía de acceso distinta a la que emplean los contenidos más prosaicos.
- La **memoria operativa** comprende un ejecutivo central y dos sistemas subsidiarios:
 - El **cuaderno visual** (responsable de la organización y el funcionamiento de las imágenes relativas a la visión y la percepción espacial)
 - El **bucle fonológico** (que conserva la información acústica y la basada en el habla, y puede dividirse en dos componentes: un *almacén fonológico* que mantiene un registro efímero a partir del habla (que dura uno o dos segundos) y un *dispositivo de control de articulación*, que desempeña un papel de intermediario.

Se entiende mejor la memoria operativa si se la considera como un dispositivo que permite la ejecución de tareas cognitivas complejas gracias a su capacidad de almacenar temporalmente la información vinculada a los varios sentidos, en especial los de la *vista* y el *oído*. Nos permite:

- Usar con flexibilidad nuestros sistemas de memorización
- Conservar la información, “ensayándola” en nuestra mente
- Vincular esa información a conocimientos anteriores
- Planear nuestros actos futuros.

El papel de la memoria operativa en el conocimiento y el aprendizaje humanos no podría ser más importante, ya que integra y coordina la memoria, la atención y la percepción.

1.4.3 Imágenes mentales

La imagen mental es el motor que hace funcionar nuestro pensamiento (tanto el real como el abstracto) acerca de los objetos situados en el espacio. Visualizar una forma es como someter un cuadro a examen mediante una mirada interior, una experiencia muy diferente de vocalizar en silencio un debate sobre cuestiones abstractas. Las personas creativas tienen fama de “ver” con esa mirada interior las soluciones de los problemas, lo mismo reales que abstractos (lo que tiene un nexo evidente con la RV y la imaginación):

- Faraday y Maxwell se imaginaron los campos electromagnéticos como tubos minúsculos, llenos de líquido.
- Kekule descubrió la estructura anular de las moléculas de benceno tras haber visto en sueños varias serpientes que se mordían la cola.
- Einstein vio mentalmente lo que significaría viajar en un rayo de luz o dejar caer una moneda en un elevador que descendiera a toda velocidad. Lo explicó así: “Mi capacidad particular no reside en el cálculo matemático, sino en visualizar efectos, posibilidades y consecuencias”.

- Los pintores y los escultores ensayan mentalmente sus ideas e incluso los novelistas visualizan mentalmente escenas y argumentos antes de ponerse a escribirlos.

¿Qué es una *imagen mental*? El aparato visual utiliza un boceto seudotridimensional (seudo 3D) que, en un sentido muy concreto, es un dibujo localizado dentro de la cabeza. Este mapa de la corteza, organizado topográficamente, es una zona del cerebro en la que cada neurona responde a ciertos perfiles en una sección del campo visual y en la que las neuronas contiguas responden a las partes adyacentes. Las formas son representadas mediante la inserción de algunos de estos elementos en un esquema que se supone corresponde al contorno del objeto. Los dispositivos congénitos de análisis de formas elaboran la información contenida en el boceto, mediante la superposición de marcos de referencias, etc.

Por lo tanto, una imagen mental es simplemente un boceto seudotridimensional extraído de la memoria a largo plazo en lugar de serlo de la percepción visual.

El poder de las imágenes mentales en el proceso del pensamiento humano puede constatarse en los sueños. Los sueños son un fenómeno natural y asumen la forma de imágenes dinámicas (bocetos seudo-tridimensionales); nuestros sueños no se plasman en forma de textos.

1.5 Aprendizaje natural

El *aprendizaje natural* es la actividad en la que más se destaca el cerebro humano. En la primera infancia existen secuencias de desarrollo predeterminadas, entre ellas lapsos en los que es posible sentar las bases indispensables para el aprendizaje posterior. Todos los bebés nacen con una capacidad congénita de aprender y hablar cualesquiera lengua o lenguas. La selección natural también ha moldeado a las personas para convertirlos en físicos, biólogos, ingenieros, sicólogos y matemáticos espontáneos, de modo que consigan dominar el medio que les rodea. Pero aun cuando estas diversas formas de conocimiento son innatas, eso NO quiere decir que el conocimiento mismo lo sea. La clave para mejorar la inteligencia consiste en cultivar un número mayor de dendritas y sinapsis entre las neuronas. La estructura del cerebro posee una capacidad inherente que permite a cualquier persona aumentar considerablemente su inteligencia. La mente aprende mejor cuando recibe los estímulos adecuados en un medio propicio a la asunción de riesgos. Los seres humanos han sobrevivido porque han ensayado cosas nuevas, por lo general en grupos reducidos, y NO porque hayan aplicado siempre la respuesta “correcta” y archisabida –lo cual no es saludable para desarrollar mentes alertas y flexibles.

1.6 Mejores métodos de aprendizaje – La necesidad de cambios fundamentales

La necesidad de cambios fundamentales aumenta por el desarrollo reciente de las ciencias neurológicas (Sección 1.4), que ofrecen nuevos enfoques que ponen en tela de juicio modelos y creencias pedagógicas convencionales, especialmente según han arraigado en las escuelas actuales, de “tipo fábrica”. La conclusión es que el aprendizaje contemporáneo debe *alejarse de la memorización de hechos y avanzar hacia la adquisición de capacidades cognitivas –reflexión, comprensión y razonamiento. La mente recuerda mejor cuando dispone de un contexto, una comprensión global y una imagen completa que pueda evocar.*

La variedad de maneras en que se almacena y recupera la información indica que el eje de nuestro interés debe dejar de ser la memoria en tanto que mero concepto y pasar a ser “qué tipo de memoria y cómo se puede recuperarla”⁹.

Los métodos pedagógicos actuales de “mira y repite” no tienen en cuenta los aciertos y las deficiencias de la *memoria operativa*, que es de importancia fundamental. El cuaderno visual-espacial y el bucle fonológico pueden retener un número limitado de “trozos” de información (7 +/- 2). Los métodos pedagógicos de “mira y repite” tienden inevitablemente a recargar el bucle fonológico, mientras que *desaprovechan parte de la capacidad del cuaderno visual*. Esto reviste particular importancia si se considera que el cuaderno visual es, por amplio margen, el más antiguo de estos elementos. El lenguaje es una adquisición que data de unas pocas decenas de miles de años, mientras que, desde hace 60 millones de años, la vista es el sentido fundamental de los primates (y, en su momento, de los seres humanos), y todavía sigue siéndolo.

En resumen: los métodos pedagógicos de “mira y repite” recargan inevitablemente el bucle fonológico (reciente y débil) y desaprovechan en parte el cuaderno visual (antiguo y potente).

Puesto que el funcionamiento de la mente se basa de manera congénita en imágenes pseudo-tridimensionales, el papel de la RV en el auténtico proceso de aprendizaje aparece ahora mucho más claro.

1.7 La función del texto en el aprendizaje

Usar el extraordinario poder de la vista para escrutar un texto es un acto comparable a emplear un camión remolque para traer caramelos desde la tienda de la esquina –a razón de un caramelo por viaje. El alfabeto es como un embudo, que concentra todos los datos sensoriales y los condensa en el angosto cuerpo de la letra impresa. Un instrumento maravilloso que, en más de un aspecto, se ha convertido en un amo tiránico –en particular para mucha gente que tiene dificultades para leer. En 1997, había en los Estados Unidos más de 40 millones de adultos “textófobos” (analfabetos funcionales). A cualquiera que no domine la lectura y la escritura al ciento por ciento se le considera retrasado en toda una gama de aptitudes. Sin embargo, aprender a leer (y a escribir) no es una tarea más natural que aprender a tocar el piano, y tiene el mismo orden de complejidad, pero nadie emplea la incapacidad para tocar el piano como criterio para medir la falta de inteligencia o como justificación de la discriminación. Mientras dejemos que el texto desempeñe un papel dominante en el sistema de enseñanza general, éste no será jamás equitativo.

¡Esto no significa que debemos sustituir al texto! En cambio, sí quiere decir que debemos examinar nuevamente su función, a la luz de nuestros conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro. También significa que debemos reemplazar su actual papel dominante por una función más equilibrada, en la que sus aciertos queden reforzados y se eviten sus deficiencias. El poder del texto está en la capacidad del autor para enriquecer y ampliar las ideas ya existentes en la mente del lector. Los nuevos conocimientos que se adquieren mediante la lectura son en realidad el reordenamiento de conocimientos previos en forma de nuevas conexiones. Con algún material sobre el que apoyarse, un autor puede ayudar a sus lectores a comprender conceptos abstractos que nunca habrían concebido por sí mismos. Pero si los lectores han acumulado previamente pocos datos relativos al contenido de lo que leen, la lectura les reportará muy poco provecho.

⁹ Jensen, E. (1998). “Teaching with the Brain in Mind”. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD) Publications, págs. 99-109.

Los buenos escritores de ficción pueden reorganizar con tanta maña y sensibilidad los elementos que la mayoría de nosotros conocemos, que su lectura nos produce gran placer y abre nuevas perspectivas (Figura 6 a). Tienen la rara capacidad de estimular nuestra imaginación y dinamizar nuestra visión interior, induciéndonos a crear mundos nuevos y embriagadores. Esos artistas valoran la índole abstracta e imprecisa del texto y saben que ese “nuevo mundo” que genera puede ser drásticamente diferente de uno a otro lector. Su genio consiste en no usar el texto como un dispositivo de control (lo que nosotros DEBEMOS hacer al educar), sino como un estímulo capaz de liberar la imaginación del lector. Mantienen el dominio del argumento narrativo, pero el mundo imaginario es obra del que lee.

Ahora bien el texto no funciona de la misma manera en la enseñanza, ni aun cuando fuera posible elevar el nivel de todos los autores de manuales escolares hasta ponerlos a la par de un escritor como -digamos- Wilbur Smith. En casi todas las asignaturas, la educación no se ocupa de evocar mundos imaginarios, sino que trata de describir y explicar con precisión a los alumnos mundos REALES (contextos, conceptos, etc.) que muchos de ellos no han visto y quizá nunca lleguen a ver. (Figura 6 b). ¡Sin embargo, mientras más exactitud académica trata el autor de darle al texto, más detalles tiene que añadirle, más largo, más árido y menos interesante resulta, y menos memorable y más difícil de escribir! ¡El texto no es adecuado para esta función; imponérsela es injusto para los alumnos, los autores y para el texto mismo!

“El crepúsculo avanzó lentamente desde del desierto, tiñendo de púrpura las dunas. La sombra apagó todos los ruidos, como un grueso manto de terciopelo, de modo que el anochecer quedó calmo y silencioso. Desde la cima de la duna donde se encontraban, contemplaron el oasis y el grupo de aldeas que lo circundaban. Los edificios eran blancos, con techos planos y las palmas datileras se elevaban por encima de todos, con excepción de la mezquita y la iglesia copta. Estos bastiones de la fe islámica y cristiana se erguían uno frente al otro, en orillas opuestas del lago.

Las aguas del lago se oscurecían también. Una bandada de patos planeó hasta la superficie y se dejó caer no lejos de los juncos de la ribera, levantando con las alas pequeños remolinos de espuma.

El hombre y la mujer formaban una pareja singular. Él era alto, aunque algo encorvado, y sus cabellos grises brillaban bajo los últimos rayos del sol poniente. Ella era joven, de poco más de 30 años, delgada, alerta y enérgica. Su pelo era...”

Wilbur Smith, *El séptimo papiro*. Emecé (1996)

La oscilación de Chandler

“Para describir este fenómeno, primero definimos varios ejes. Éstos tienen significados físicos diferentes, pero todos pasan a través de la Tierra, en sentido Norte-Sur aproximadamente. Dado que estos ejes se desplazan unos con respecto a otros, es más sencillo considerar sus polos respectivos, que son los puntos de intersección de los ejes con la superficie de la Tierra. A continuación, vamos a considerar únicamente el polo Norte de cada eje. El primer eje que vamos a usar es el geográfico. Este es...”

Understanding the Earth. Artemis Press, Open University Set Book (1974).

Figura 6 (a & b): Imágenes mentales en acción

La Figura 7 presenta un esquema del desarrollo histórico de distintos códigos que el hombre ha creado para archivar información (cuneiforme, numérico, romano, etc.). Las primeras lenguas codificadas se usaron para medir y contar, más que para archivar conocimientos.

A medida que la humanidad iba creando sociedades complejas, sus actividades de comunicación fueron complicándose. De igual modo, los dispositivos, los signos, los símbolos y el lenguaje que empleaba en este proceso también se hicieron más complejos. En particular, desde que se inventó la cámara, la manera en que el ser humano

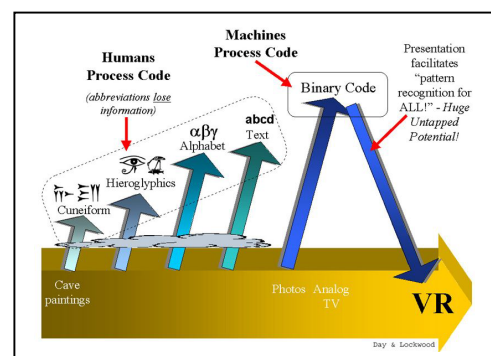


Figura 7: De los códigos lingüísticos a la RV

se expresa mediante imágenes visuales ha experimentado un cambio drástico. Esta evolución llevó a formas no realistas y no figurativas de expresar las ideas y de comunicarse con los demás.

Independientemente del nivel de realismo de los códigos visuales que se empleen, la clave de una comunicación visual efectiva yace ineludiblemente en la familiaridad del receptor con los signos y símbolos que el comunicador utiliza. Debido a la infinita variedad de signos visuales, es inevitable que la diferencia entre el acervo visual del emisor y el del comunicador haga que una parte o incluso la totalidad del mensaje resulte ininteligible. Para garantizar que la comunicación por medio de las imágenes sea lo más efectiva posible, el comunicador ha de asegurarse antes de que el receptor está familiarizado con los códigos visuales que emplea.

Las actuales tecnologías digitales nos permiten tanto codificar como desplegar cualquier información (multimedia). Los seres humanos no tienen que descifrar el código; esto es tarea de las computadoras, que también despliegan las imágenes en su forma natural. De este modo la mente humana queda libre para las actividades en las que es más eficiente (reconocimiento de esquemas, aprendizaje creativo, asociación, producción del conocimiento, etc.), en vez de dedicarse a codificar y descifrar el texto. La consecuencia de esto es que la RV no es una tecnología periférica, como muchos piensan ahora, sino que su importancia crucial para el proceso de la comunicación humana irá en aumento con el tiempo.

1.8 La función de la tecnología (y la RV) en el aprendizaje

En tanto que instrumentos de aprendizaje, ambos niveles son importantes cuando se emplean de manera adecuada. Sin embargo, en ambos niveles el Aprendizaje con Medios Técnicos Reforzados (Technology Enhanced Learning o TEL) puede usarse para crear nuevos entornos didácticos, tanto de la enseñanza directa como a distancia.

La función de la tecnología en la enseñanza que aplica las TIC empieza a proporcionar una amplia gama de mejoras de los materiales pedagógicos vigentes, tanto mediante la aplicación de los sistemas multimedia numéricos e interactivos como por medio de la distribución asincrónica de materiales numéricos, ya sea gracias a una institución de contacto o a una modalidad de educación a distancia.

1.8.1 Usar la tecnología para crear nuevos materiales didácticos

Al tiempo que gracias a la tecnología creamos nuevos materiales didácticos, debemos reconocer que estamos en el umbral de una larga e interesantísima iniciativa mundial, en la cual la nueva pedagogía debería basarse en nuestra comprensión cada vez mayor del funcionamiento del aprendizaje en el cerebro y la mente del ser humano. Sin embargo, el impulso principal debería proceder de la nueva pedagogía, no de las tecnologías subyacentes. No es la tecnología la que debería propulsar estos cambios, sino una pedagogía renovada, basada en una comprensión cada vez más profunda de cómo funciona el aprendizaje en el cerebro y la mente del ser humano. En las dos próximas décadas descubriremos mucho más acerca de los componentes innatos de la capacidad humana y de las etapas más propicias del desarrollo cerebral para cultivarlos y dominarlos. No obstante, *si recapitulásemos lo que ya se sabe*, podríamos llevar a cabo muchas cosas. Ya hemos señalado que los nuevos materiales didácticos tendrían que apartarse del modelo actual de “mira y repite”, y del dominio concurrente del material escrito.

¿Qué otras directrices podrían aplicarse con miras a crear un entorno docente reforzado por la tecnología?

1. Primero, los materiales deben estar bien organizados, tener sentido y ser coherentes. *La enseñanza global antes que la de las partes garantiza un aprendizaje y un recuerdo mejores.* La mente aprende y recuerda mejor si lo hace en un contexto, mediante la comprensión global y con imágenes completas que pueda procesar. En este contexto, la visualización y la RV pueden desempeñar un papel importante.
2. Segundo, en el contexto del contenido global citado, es preciso crear entornos didácticos más ricos que hagan que los alumnos participen en una amplia gama de investigaciones que *utilicen más cabalmente las múltiples vías de percepción y aprendizaje de la mente humana.* De este modo aumentan las probabilidades de mejorar el conocimiento y la capacidad de reflexión del estudiante y asimismo se aprovecha la potencia del procesamiento episódico y de la memoria.
3. Tercero, la eficacia de estos nuevos entornos didácticos aumentará considerablemente si se les incorpora *una amplia gama de experiencias prácticas de calidad,* que estimulen a los alumnos a escoger, explorar, manipular, ensayar y efectuar transformaciones, en el marco del entorno de “objetos e ideas” establecido. Una vez más, la índole interactiva y exploratoria de la RV la convierte en un instrumento ideal.

Mediante la aplicación de todo el potencial de las TIC ya expuesto, es posible por fin crear nuevos entornos didácticos para:

- Estimular a los alumnos a explorar ideas alternativas, respuestas múltiples y apreciaciones creadoras.
- Instaurar un uso mucho más equilibrado de la memoria operativa, al reducir la utilización (y la sobrecarga) del bucle fonológico y *emplear más cabalmente el cuaderno visual, que es mucho más potente.*
- Usar medios de difusión y comunicación más adecuados a las necesidades, no simplemente el sistema de “mira y repite”.
- Generar experiencias muy incitativas para los alumnos, con lo que se reduce el ambiente estresante de amenazas imaginarias y los sentimientos de desamparo o fatiga tan frecuentes en las clases numerosas.

Ya se puede construir algunos aspectos de estos nuevos entornos pedagógicos ideales, mediante una gama de elementos multimedia numéricos, entre ellos los de audio, gráficos, animación, simulación y representación visual. También es posible incluir textos, que deben usarse siempre en el contexto adecuado.

Sin embargo, sólo existe una aplicación de las TIC capaz de generar entornos que combinen TODOS los aspectos necesarios señalados. Esta aplicación es un entorno tridimensional virtual, simulado y totalmente interactivo, **a saber: la Realidad Virtual**, ya que proporciona:

- El contexto global, la comprensión total y la perspectiva general.
- Una amplia gama de métodos didácticos, que aprovechan mucho mejor las múltiples posibilidades de adquisición de datos y aprendizaje de la mente humana.

- Gran variedad de experiencias prácticas de calidad, que estimulan a los alumnos a escoger, explorar, manipular, ensayar y realizar transformaciones en el entorno de “objetos e ideas” que se les suministra.

1.9 La enseñanza y el aprendizaje en los países en desarrollo

Aunque la crisis educativa que afrontamos es de carácter mundial, la situación es considerablemente peor en los países en desarrollo, en particular en África. Muchas personas sostienen que a la pobreza y a su traducción en cuanto a la “tecnología de punta”, la “brecha numérica”, existirá siempre. Creen que ni es posible ahora –ni lo será nunca- dar una educación ni siquiera de segunda clase al 70% de la población africana, que es pobre y vive en sitios remotos, especialmente a quienes residen fuera de las grandes ciudades. Pero éste es uno de esos vaticinios que contribuyen a su propio cumplimiento. ¿Acaso cientos de millones de marginados están más distantes que la Luna o tienen menos importancia que ella? ¿La educación de un niño africano es acaso menos importante que la de un niño europeo o norteamericano?

La enseñanza y el aprendizaje en los países en desarrollo representan una modalidad extrema de la crisis mundial. En todos los niveles y en todos los países africanos, el sector de la educación lucha por mantener la situación actual, sin poder plantearse siquiera cambios radicales. No es posible incrementar la docencia tradicional, en la que un maestro enseña personalmente a un grupo de alumnos, hasta un nivel capaz de satisfacer las necesidades de ese continente. Si seguimos “remendando” los sistemas educativos actuales a base de escuelas de ladrillo y cemento, calcados minuciosamente del mundo desarrollado, dominados por el uso intensivo del texto y los métodos de “mira y repite”, los sistemas educativos africanos seguirán deteriorándose y fracasarán, ya que esos métodos importados no se compadecen ni con los recursos disponibles en este continente ni, lo que es más importante, con los nuevos conocimientos disponibles acerca de las mejores vías de aprendizaje de la mente humana.

Es preciso realizar cambios fundamentales y la creación de nuevos materiales didácticos que sean congruentes con la situación de África es un excelente punto de partida. Los nuevos entornos pedagógicos multimedia (en particular los que se basan en la RV) son más necesarios y apropiados en África que en ninguna otra parte.

Es preciso disponer de contenidos de producción local para satisfacer la amplia gama de necesidades educativas de la mayoría de los africanos que ahora no tienen acceso a la enseñanza; esos contenidos han de tener en cuenta el grado de alfabetización y las características lingüísticas y culturales.

Alfabetización: Si en África se aplicasen los mismos criterios de “analfabetismo funcional” usados por Castells en Estados Unidos¹⁰, los niveles de analfabetismo superiores al 70% serían la regla, en particular fuera de las grandes ciudades. Por ende, los problemas relativos al texto que se expusieron más arriba se amplían considerablemente en África. En vez de importar del mundo industrializado materiales pedagógicos en los que predomina el texto, es menester crear materiales propios que lo reduzcan al mínimo. ¿Es posible producir material didáctico en el que la mayoría del texto se sustituya por la voz humana, mucho más natural? ¿Es posible que esos materiales utilicen técnicas de visualización en vez de textos para describir con mayor precisión lugares, personas, sucesos, etc.? ¿Es posible que dichos materiales empleen en lugar de textos la simulación y la animación interactiva, para que los alumnos puedan indagar dinámicamente cómo acontecen y

¹⁰ Castells, M. (1998). *The Information Age: Economy, Society, and Culture*. Vol. 3, “End of Millennium”, Blackwell, pág. 163. [*La era de la información: Economía, sociedad y cultura*, Vol. 3, “Fin de milenio”, Alianza, Madrid, 2001].

funcionan las cosas? La respuesta a todas estas preguntas es: sí. Para todas estas tareas existen instrumentos multimedia numéricos de fácil acceso.

Lenguas: Muchos africanos son por lo menos bilingües y buena parte de ellos hablan un idioma del continente y otro europeo. Como la mayoría de los materiales docentes que se usan en África son de importación, las lenguas implantadas en la era colonial predominan en el sistema educativo sobre los idiomas vernáculos. Esta situación quizá parezca razonable en las grandes ciudades, donde muchos niños están en contacto desde la infancia tanto con idiomas europeos como autóctonos, motivo por el cual aprenden ambos de modo natural, pero en las zonas remotas y rurales, donde vive la mayoría de la población africana, el asunto es muy diferente. En esos sitios, los niños suelen oír y aprender únicamente las lenguas vernáculos durante su infancia. La enseñanza de las lenguas europeas la llevan a cabo, por lo general de modo deficiente, maestros que no suelen dominarlas y las imparten a alumnos de 8 a 14 años de edad, que ya han superado con creces el momento óptimo para aprender otro idioma. Muy pocos de ellos alcanzan un nivel aceptable, ni siquiera en expresión oral, y en consecuencia en lectura, que es mucho más difícil, aún menos.

Cultura: Ya vimos que para lograr un aprendizaje de calidad es muy importante situar el tema de estudio en su contexto -o sea, hay que trazar primero el marco general- especialmente cuando los alumnos se esfuerzan por comprender y dominar conceptos complejos y a menudo abstractos, particularmente comunes en matemáticas, ciencias naturales e ingeniería. Para manejar esos conceptos, el ser humano siempre ha usado analogías, que siguen siendo un excelente auxiliar pedagógico. Pero las analogías, como la lengua misma, dependen en grado sumo del contexto cultural. Las analogías de uso común (en particular en los materiales didácticos importados) no reflejan la cultura autóctona. Suele ser frecuente poner el ejemplo de un autobús londinense para ilustrar la explicación de las tres leyes de movimiento de Newton. Por desgracia, lo que suele ponerse en tela de juicio es la inteligencia de los alumnos, no la calidad de la enseñanza o del material docente.

Sabemos lo que hay que hacer y tenemos los recursos en general, pero ¿tenemos un compromiso concertado? Dicho de otro modo, si los Estados Unidos de América pudieron movilizarse entre 1962 y 1969 para llegar a la Luna, ¿acaso no podría el mundo movilizarse para hacer realidad el objetivo de la UNESCO de lograr una “Educación para Todos” en una o dos décadas? ¡Sin duda los cientos de millones de seres humanos marginados no son ni más remotos ni menos importantes que la Luna!

*Debemos tener muy claro que los nuevos entornos didácticos multimedia que son fundamentales para el mundo desarrollado son aún más necesarios en los países en desarrollo, en particular, en África. También debería quedar igualmente claro que estos materiales didácticos no deben ser importados, sino **producidos localmente**, para satisfacer la amplia gama de necesidades docentes de la mayoría excluida de África, tomando cabalmente en cuenta los índices de alfabetización, la lengua y la cultura locales.*

*Repetimos: sólo existe una modalidad de TIC capaz de satisfacer TODOS estos requisitos de la educación en África, mediante la creación de entornos tridimensionales virtuales, simulados e interactivos, y esa modalidad es la **Realidad Virtual**.*

1.10 Utilizaciones recientes de la realidad virtual en la educación

Existen en el mundo numerosas iniciativas relacionadas con la utilización de la RV en el ámbito de la educación. Señalaremos algunos proyectos, en los que se emplean generalmente tecnologías avanzadas de RV.

- La RV se ha utilizado ampliamente como instrumento exploratorio para la simulación y la formación en la enseñanza relativa a fenómenos peligrosos en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign¹¹. Corresponden a esta categoría proyectos como el del análisis de tormentas de gran magnitud o la enseñanza de conceptos abstractos y difíciles en materia de investigación y visualización de estructuras biológicas complejas.
- La creación de laboratorios virtuales y la ejecución de experimentos virtuales, por ejemplo:
 - Instituto Nacional de Formación de Docentes de Taiwán –creación de un laboratorio de realidad virtual de geoquímica (Fung-Chun y otros, 2000¹²).
 - Formación experimental en física como en la Universidad Nacional Kongju¹³.
- La utilización de la visualización para demostrar o comprender conceptos difíciles. Entre otros ejemplos cabe mencionar Long-Chyr Chang y otros (2000¹⁴) -creación en la Web de un espacio didáctico adaptable e interactivo para la enseñanza de las matemáticas- y Stephen Chan y otros (2000¹⁵) -sistemas de aprendizaje mediante computadoras para el reconocimiento de la geometría en tres dimensiones. También son ejemplos de este tipo de aplicación los mundos de Pauling, Maxwell y Newton¹⁶.

Existen otros varios campos de la educación en que la UNESCO ha trabajado (junto con los autores). Estas actividades, que consisten generalmente en aplicaciones destinadas a computadoras personales (PC) y más adecuadas para las necesidades de desarrollo de África, incluyen:

- La elaboración de un modelo de RV relativo a conocimientos en materia de higiene básica para las comunidades rurales africanas. El objetivo de este proyecto es utilizar la simulación visual interactiva (RV) para explicar la higiene básica a las comunidades rurales y centrarse principalmente en el saneamiento, el agua y la prevención de enfermedades conexas (como el paludismo, la esquistosomiasis, la disentería y el cólera). El modelo obtenido se experimentó y utilizó en el Telecentro de Nakaseke, Uganda. El segundo objetivo de este proyecto era poner a prueba la utilización de la realidad virtual como método informático interactivo de formación en los telecentros africanos.
- La formación de dos diseñadores de RV de Uganda. Desde que finalizó el segundo curso de formación a comienzos de 2002, se han elaborado otros modelos piloto de realidad virtual, entre ellos “Motores de corriente continua” y “Francés para ugandeses”, ambos utilizados en dos escuelas secundarias, King’s College Budu y St Henry’s Kitovo.
- El establecimiento oficial de un Comité sobre RV en Kampala, encargado de coordinar las iniciativas referentes a la realidad virtual en el país, con representantes de dos universidades (Makerere y Kyambogo), SchoolNet Uganda, la Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO,

¹¹ University of Illinois at Urbana-Champaign VR projects. <http://redrock.ncsa.uiuc.edu>

¹² Fung-Chun Li, Lin Jer-Yann, Shyh-Jiung L, -Hua Hsu, Chau-Rong T, Cahu-Fu, Y y Tzong-Yiing, Wu. (2000). A Case Study of Creating Geo-Chemistry Lab of Virtual Reality in Education.

¹³ Kim Jong-Heon, Sang-Tae Park, Heebok Lee, Keun-Cheol Yuk y Heeman Lee. (2001). *Virtual Reality Simulations in Physics Education* (2001). <http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/printver.asp>

¹⁴ Chang Long-Chyr, Chiang Heien-Kun y Wey Pi-Shin (2000). *WALTZ: A Web-based Adaptive/Interactive Learning and Teaching Zone*.

¹⁵ Chan, S.C.F., Wai, A., Chow, J. y Ng Vincent, T.Y. (2000) *A CAL System for Appreciation of 3D Shapes by Surface Development (C3D-SD)*.

¹⁶ Dede, C. (2001). Six Challenges for Educational Technology
http://www.virtual.gmu.edu/SS_research/cdpapers/ascdpdf.htm

el Ministerio de Educación, el Centro Nacional de Elaboración de Planes de Estudios y varias escuelas locales.

- Un taller sobre realidad virtual patrocinado por el IICBA (Instituto Internacional de la UNESCO para el Fortalecimiento de Capacidades en África) y acogido por Naledi3d Factory de Pretoria en marzo de 2002, con representantes de alto nivel de Uganda, Etiopía y Nigeria y que también dio lugar a modelos experimentales para describir los sistemas de palanca, la velocidad relativa y los elementos químicos.
- Un proyecto basado en la RV destinado a ayudar a los jóvenes de Alexandra (Johannesburgo) a comprender el proceso de presentación de candidatura a un empleo, cómo conservar un empleo y cómo crear su propio espacio de búsqueda de trabajo.
- Un proyecto para ayudar a los educadores de Etiopía a conocer mejor el VIH/SIDA, a fin de contribuir a reforzar la capacidad de los educadores para enseñar mejor a una mayor cantidad de educandos, más jóvenes.

1.11 ¿Cuáles son las ventajas de la realidad virtual para la educación?

“Entre las capacidades excepcionales de la tecnología de la RV figura el hecho de permitir que los estudiantes vean los efectos de la modificación de las leyes físicas, observen fenómenos a escala del átomo, visualicen conceptos abstractos y visiten entornos e interactúen con fenómenos que factores como la distancia, el tiempo o la seguridad suelen dejar fuera de su alcance. Los estudios indican que gracias a estas capacidades excepcionales los mundos de la RV dan cabida a una amplia variedad de modalidades de aprendizaje experimental, conceptual y basado en el descubrimiento de las que no se puede disponer de otro modo” (Javidi, 1999¹⁷).

Los dispositivos tradicionales de visualización (interfaces de usuarios) interfieren con nuestra capacidad natural para transformar datos en información y en conocimiento, debido sobre todo a que eliminan gran parte de la experiencia directa. Por consiguiente, la RV ayuda a una persona a:

- Sacar provecho de la tercera dimensión
- Interactuar de modo más natural
- Crear un modelo mental más completo y natural del tema de que se trata y la tarea por realizar
- Navegar con facilidad por el espacio de la información.

Hemos visto (Sección 1.8) que la RV ha de desempeñar un papel primordial para atender las necesidades educativas, ya que:

- Puede mostrar el contexto general, la comprensión global y el “panorama” completo.
- Brinda una variedad de modalidades de aprendizaje que utilizan (de modo mucho más cabal) los numerosos cauces posibles para las aportaciones a la mente humana y el aprendizaje.
- Ofrece diversas experiencias prácticas de calidad que alientan a los educandos a elegir, explorar, manipular, ensayar y realizar transformaciones en el entorno proporcionado.

Como instrumento de aprendizaje, otras ventajas de la utilización de la RV son las siguientes:

- La realidad virtual no es lineal, por lo que permite al educando explorar todo lo que desee.
- Se utilizan varios formatos multimedia, entre ellos imágenes, sonidos, animación y visualización.

¹⁷ Javidi, Giti (1999). “Virtual Reality and Education”. Universidad de Florida del Sur.

- La RV puede poner de manifiesto las relaciones espaciales y mostrar objetos tridimensionales desde cualquier ángulo.
- La RV puede enfocar de cerca una imagen para mostrar detalles o pasar a un plano general para mostrar el contexto.
- Desde el punto de vista de la diferenciación y la individualización:
 - Se puede repetir el aprendizaje cuantas veces sea necesario
 - Se puede pasar por alto los elementos ya conocidos
 - Se puede progresar al ritmo propio
 - La interactividad propicia un aprendizaje significativo ya que se pide a los educandos que interactúen con el contenido y que reaccionen ante el mismo. Algunos estudios han indicado que la interactividad es una característica importante, mucho más que la inmersión (Gay, 1994¹⁸).
- Proporciona niveles de interactividad -los “guantes de datos” y cascos de realidad virtual.

En síntesis, la RV:

- Permite al usuario interactuar de modo más natural con el material didáctico
- Permite al educando crear un “modelo mental” completo y natural de la materia estudiada
- Permite al usuario navegar con facilidad por el espacio informativo tridimensional
- Permite al educando explorar
- Es un poderoso instrumento de visualización
- Permite mostrar un entorno, objeto, proceso, etc., en lugar de describirlos mediante un texto
- Ayuda a superar los obstáculos del analfabetismo
- Facilita un modo de aprendizaje consistente en “mirar-ver-hacer”
- Minimiza los riesgos
- Es un poderoso instrumento de motivación para los educandos
- Puede generar ahorros, por ejemplo, en los laboratorios escolares
- Propicia una experiencia de aprendizaje más rica y estimulante
- Proporciona un marco visual y espacial en el que se puede realizar un aprendizaje más detallado.

Las actividades de aprendizaje mejoran la retentiva.
Recordamos:

- El 10% de lo que leemos
- El 20% de lo que oímos
- El 30% de lo que vemos
- El 50% de lo que oímos y vemos
- El 70% de lo que *nosotros decimos*
- El 90% de lo que vemos y decimos, *mientras lo hacemos.*

1.12 ¿Cuáles son los inconvenientes de la realidad virtual en África?

Pese a los posibles beneficios que pueden obtenerse de la aplicación de la realidad virtual en la enseñanza en África, aún es necesario superar varias dificultades, relacionadas principalmente con problemas de equidad y accesibilidad, así como con el costo de elaborar contenidos para la educación en África.

Ahora bien, estos problemas inciden en la aplicabilidad de la RV en la enseñanza en África, pero también guardan relación con la cuestión más amplia de la disparidad en materia de recursos electrónicos y las repercusiones de las tecnologías de la información y la comunicación en general. Al observar la evolución de la conectividad PC/Internet en África, se pueden determinar tres importantes tendencias que impulsan esta revolución de la información:

- *Costos de comunicación:* El costo de transmisión de datos digitales se ha dividido por más de 10.000 desde 1975, a un ritmo cada vez más rápido.

¹⁸ Gay, E. (1994). “Is Virtual Reality a Good Teaching Tool?” *VR Special Report*, págs. 51-59.

- *Capacidad informática:* La capacidad informática por dólar invertido se ha multiplicado por más de 10.000 desde 1975.
- *Convergencia:* Las tecnologías analógicas van siendo reemplazadas por tecnologías digitales que permiten manejar la voz, el vídeo y los datos informatizados en la misma red.

Por estas razones, junto con la capacidad acrecentada de las cartas gráficas para PC ahora disponibles, la RV debe convertirse en una opción más viable para la educación y la formación.

En la medida en que sigue aumentando el número de computadoras personales en el continente africano y que esas máquinas permiten cada vez más utilizar modelos interactivos de realidad virtual, la importancia del equipo informático disminuirá con el tiempo. La cuestión de la accesibilidad se trata mediante otros programas (en los que participan varios organismos de financiación) para mejorar la disponibilidad de esas máquinas en centros comunitarios polivalentes, escuelas, etc.

Los costos de elaboración también pueden ser un verdadero problema pero, en muchos aspectos, la elaboración de tecnologías de RV y visualización empieza ahora a progresar hacia su pleno desarrollo. Con el tiempo, cuando se amplíe la base de competencias y la variedad de modelos disponibles, disminuirá el costo unitario de la elaboración. Es importante, empero, que se emprendan hoy iniciativas locales para crear contenidos locales y aumentar esta capacidad a fin de que, a la larga, se prepare un contenido interactivo LOCAL de uso LOCAL.

La RV plantea también otros cuatro inconvenientes más generales (los tres primeros de los cuales son comunes a todos los multimedia electrónicos):

- Inevitablemente se produce una pérdida de contacto humano cuando se utiliza la RV en la formación.
- Aunque la RV elimine riesgos y costos, no sustituye a la práctica y la formación en el entorno de lo real.
- Se plantean problemas éticos con respecto a lo que es permisible en el mundo virtual en comparación con el mundo real.
- La investigación ha revelado que pueden surgir algunos graves problemas psicofísicos a causa de determinados tipos de RV -en particular la RV inmersiva avanzada, que puede provocar mareos.

Aunque estas desventajas sean en muchos aspectos auténticas, pueden no tener tanta importancia en el contexto africano. La RV permite simular la realidad mucho mejor y de modo mucho más próximo a la realidad que cualquiera otra forma de multimedia. Si bien no sustituye a la realidad, también es cierto que la mayoría de los escolares africanos nunca realizarán experimentos, por ejemplo, en un laboratorio real de física o química, debido a la falta de recursos en este ámbito en muchas de sus escuelas.

1.13 ¿Para qué ámbitos de la enseñanza es más apropiada la realidad virtual?

Si se adopta un punto de vista tradicional sobre la RV en la enseñanza, en especial la realidad virtual inmersiva, este medio se utilizaría generalmente en ámbitos en que los experimentos son costosos o difíciles de realizar en contextos de enseñanza y aprendizaje naturales, o cuando los conceptos enseñados son difíciles de comprender mediante los métodos habituales de los libros de texto. Las mayores posibilidades que ofrece la RV beneficiarían entonces a campos en que permite efectuar experiencias imposibles de lograr en las condiciones pedagógicas actuales.

Osberg (1992) se refiere a lo anterior como a “una sensación de inmersión e integración en un universo virtual, que brinda al educando la posibilidad de interpretar y codificar sus percepciones en un conjunto más amplio y profundo de experiencias que las que existen en los actuales entornos educativos”. Entre ellas figuran ámbitos en que para aprender se necesitan cambios de las dimensiones relativas y perspectivas o visiones, en que claves y dimensiones multisensoriales pueden enriquecer el aprendizaje y campos que requieren la creación de objetos de aprendizaje abstractos que carecen actualmente de representaciones físicas.

Para comprender mejor los ámbitos de la educación y el aprendizaje en los que la RV es *posiblemente* más apropiada, conviene tener en cuenta tres aspectos de ella en la enseñanza:

- Las posibles utilizaciones de la RV
- Una comparación entre la andragogía (enseñanza impartida a adultos) y la pedagogía (niños) desde el punto de vista de las características del aprendizaje
- La compatibilidad entre los métodos y los soportes (*media*) de la formación.

1.13.1 Posibles utilizaciones de la realidad virtual

Algunas posibles utilizaciones de la RV en el aprendizaje y la enseñanza, tal como las describe G. Bester (2002)¹⁹, son las siguientes:

Cuadro 1: Posibles utilizaciones de la realidad virtual en el aprendizaje (según Bester¹⁹)

Possible utilización	Campo de aplicación
 Demostración de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos que sería difícil llevar a cabo en el aula • Conceptos abstractos • Secuencias psicomotrices
 Ilustración y explicación de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Principios que intervienen en los cambios dinámicos o movimientos • Principios abstractos mediante la utilización de modelos • Principios que intervienen en el espacio bi-, tri- o pluridimensional • Conceptos científicos o tecnológicos avanzados mediante modelos de animación y visualización
 Sustitución de la vida real	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas sobre el terreno o de sitios que se encuentran demasiado lejos o están fuera de alcance • Laboratorios • Talleres
 Reducción y síntesis del conocimiento/la información en un todo coherente	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar información aparentemente inconexa que, en forma impresa, parece compleja o remota
 Análisis de una realidad compleja	<ul style="list-style-type: none"> • Formas, estructuras y procesos, en especial mediante combinaciones de animación, gráfica y sonido

1.13.2 La enseñanza de adultos y la de niños

La realidad virtual puede utilizarse *potencialmente* en la enseñanza impartida tanto a los niños (pedagogía) como a los adultos (andragogía). ¿Existen razones para dar prioridad a una respecto de otra?

La andragogía se define en términos generales como el “aprendizaje de adultos”, pero más concretamente es el término formal utilizado para referirse al proceso de educar a los adultos y prepararlos para que cumplan sus funciones de padres, educadores, ciudadanos o trabajadores.

¹⁹ Bester, G. (2002). “The Application of VR in Education and Training”. Ponencia presentada en el Taller del IICBA sobre la realidad virtual en África, Naledi3d Factory, Pretoria.

Existen importantes diferencias *evidentes* en la forma en que los adultos aprenden y, tradicionalmente, ello requiere que se los trate de modo distinto que a los niños. El adulto no es sólo un niño que ha crecido. El educando adulto y el niño tienen características singulares que exigen principios y técnicas de enseñanza que saquen provecho de esas características (Cuadro 2).

Cuadro 2: Pedagogía contra andragogía (de J. Hugo)

Característica	Pedagogía tradicional	Andragogía
Concepto del yo	Dependencia total Relaciones autoritarias de sumisión No acepta la responsabilidad del aprendizaje Se toman decisiones en nombre del educando Tiene un papel pasivo en las actividades educativas La identidad de cada uno se crea mediante factores determinantes externos	Responsable, autónomo e independiente Asociación con el educador (exploración conjunta del conocimiento) Responsabilidad compartida en la evolución personal Participa activamente en la toma de decisiones y las actividades educativas
Experiencia	Escasa experiencia de la vida que pueda servir como fuente del aprendizaje	Abundante experiencia -mayor alcance, calidad variable Importante fuente de evolución durante la educación La experiencia cimienta cada vez más la identidad
Disposición para aprender	Depende de la edad del educando (el educador debe decidir en qué momento enseñar algo determinado y cuándo pasar al nivel siguiente)	Siente la necesidad de manejar una situación de la vida real con más eficacia
Orientación del aprendizaje	El aprendizaje se centra en el tema Debe aprender un proceso para adquirir los conocimientos sobre el tema impuesto Perspectiva temporal: el conocimiento adquirido hoy puede tener o no alguna aplicación en el futuro	La orientación del aprendizaje está centrada en la vida, las tareas o los problemas Siente la necesidad de aplicar el conocimiento de modo inmediato
Motivación para aprender	Motivación extrínseca (recompensa o castigo)	Motivación intrínseca debida a una necesidad de actualizarse

Según este modelo (en el que se basan muchas de las prácticas educativas actuales), las características del aprendizaje de los adultos son muy diferentes de las de los niños. Sin embargo, cabe preguntarse, a la luz de los últimos resultados de la investigación neurológica, si este modelo sigue vigente. Los principios de la andragogía pueden estar mucho más próximos al modo en que un niño aprende realmente que las teorías tradicionales de la pedagogía. Según Einstein (cita no textual): *“El que termina los 12 años de escolaridad sin haber estropeado su mente, puede considerarse afortunado”*. A los físicos les llevó muchos años comprender y aceptar las teorías de Einstein sobre la física en general y la relatividad en particular. Cien años después, muchos especialistas en pedagogía todavía no han entendido y menos aún aceptado el concepto de la educación que tenía Einstein. Así pues, también habría que revisar la interpretación corriente de la pedagogía en función de los conocimientos actuales sobre la forma en que la mente aprende y se desarrolla –especialmente en los años de formación de la infancia (ya sean de enseñanza preescolar, primaria, secundaria o superior).

A primera vista, del cuadro anterior se desprende que la RV se presta más al aprendizaje de adultos, ya que tienden a aprender solos mediante la exploración, etc. En cambio, los niños tienen que ser guiados por los educadores porque no tienen experiencias de la vida con las que puedan relacionar el aprendizaje.

Las últimas investigaciones en el ámbito de la neurología muestran claramente que los docentes y educadores también pueden utilizar la RV con excelentes resultados en el proceso de aprendizaje en el aula con ayuda de dispositivos pedagógicos. La representación tridimensional sigue siendo un potente medio de demostración, incluso si el docente sólo aprovecha la interactividad como parte del proceso de enseñanza en el aula. Por supuesto, esto no impide que el joven educando explore el material por su cuenta.

En resumen, dados nuestros conocimientos actuales acerca de los procesos neurológicos del cerebro, es necesario cuestionar en particular los métodos tradicionales de la pedagogía. Habría que profundizar en ello aunque, en ambos casos, la RV se aplica del mismo modo, pero con un enfoque diferente del diseño educativo en los campos de la pedagogía y la andragogía.

1.13.3 La compatibilidad entre los métodos y los soportes de la formación

Los métodos de formación se seleccionan basándose en la premisa de que los temas o materias que hay que enseñar difieren en cuanto a complejidad, alcance, entorno, grupo destinatario, circunstancias, naturaleza del ámbito de aprendizaje y tareas que hay que realizar –en otras palabras, referentes a la esfera cognitiva, afectiva o psicomotora. Estos factores tienen que adaptarse a los diferentes métodos y soportes de formación disponibles atendiendo a sus características especiales y su grado de adecuación al tema o curso de que se trate.

Hay que considerar otros factores, entre ellos, las características del especialista en el tema, la situación de formación, los estudiantes y los resultados que se pretende alcanzar con un determinado sistema o dispositivo de aprendizaje. Las metas del aprendizaje dependen de las tareas que hay que efectuar y de las capacidades necesarias para llevarlas a cabo –esto es, hay que definir las metas de los objetivos del aprendizaje antes de formular los objetivos de la formación.

Cuando los métodos más corrientes de formación se combinan con los soportes educativos compatibles, se obtiene la siguiente matriz (Cuadro 3) en la que se indican las ventajas y desventajas de las distintas posibilidades:

Cuadro 3: Métodos de formación frente a tipos de soportes (extraído de J. Hugo)

Métodos de formación	Basados en computadoras	Libros	Modelos	Vídeo	Multimedia	Simulaciones de baja fidelidad (1)	Simulaciones de alta fidelidad (2)
Cursos en las aulas (impartidos)	0	X	X	X	X	X	X
Seminarios (impartidos)	/	X	/	X	X	X	X
Cursos a tiempo parcial (impartidos)	X	X	0	X	X	X	X
Cursos por correspondencia (impartidos)	/	X	/	X	X	X	0
Formación en el lugar de trabajo (impartida)	X	X	X	X	X	X	X

Autoaprendizaje (individual)	X	X	0	X	X	X	/
En línea (aprendizaje electrónico) (individual)	X	X	0	X	X	X	0
Talleres (grupo)	0	X	0	X	/	X	/
Simulaciones/juegos (comercial) (grupo)	X	/	X	0	0	X	X
Sistemas de ayuda para las tareas (individual/grupo)	X	/	/	0	X	X	0

- 1) Comprende la visualización tridimensional de baja fidelidad (RV basada en computadoras personales).
- 2) Comprende la visualización tridimensional de alta fidelidad (gráficos de RV de gama alta, por ejemplo, sistemas informáticos de la marca SGI, etc.).

Clave:

X = plenamente utilizable (puede utilizarse con buenos resultados en el método de aprendizaje o formación).

/ = parcialmente utilizable (puede utilizarse con resultados variables en el método de aprendizaje o formación).

0 = inutilizable (tecnología que no se puede aplicar).

Nota: El resultado en este cuadro difiere levemente del de J. Hugo (véase el Prefacio), en el que no se consideraba el caso de utilizar la RV como dispositivo pedagógico para el aprendizaje.

En el cuadro se observa claramente que es posible aplicar varias tecnologías en diversos métodos de enseñanza. No obstante, cuando, por ejemplo, se puede utilizar herramientas multimedia y la RV de baja fidelidad, ésta aporta numerosas ventajas al proceso de aprendizaje, especialmente en lo tocante a la interactividad y la visualización, que son mucho más afines con los conocimientos actuales acerca de cómo aprende la mente.

Cuando se trata de “simulaciones de baja fidelidad”, la tecnología se presta a todos los métodos de aprendizaje enumerados. Ahora bien, la utilización de la RV de “alta fidelidad”, de calidad superior, está más limitada, principalmente por el mayor costo de los medios necesarios. En la práctica, se usa normalmente en la industria (especialmente en la automotriz y la exploración de yacimientos de petróleo y de gas), y en el teatro virtual de inmersión del público y en aplicaciones relacionadas con el turismo y el patrimonio cultural.

1.14 Conclusiones

1.14.1 Ha llegado el momento de adoptar mejores métodos de aprendizaje

La neurociencia ha demostrado en los últimos años que las capacidades visuales y espaciales del ser humano son más potentes que las fonológicas (palabra y texto), lo cual no es sorprendente si se tiene en cuenta que la vista es nuestro sentido primario y utiliza casi el 50% de la corteza cerebral. Durante siglos, los educadores han pasado por alto este hecho y han fomentado métodos de aprendizaje basados fundamentalmente en la palabra y el texto. Los métodos de aprendizaje modernos deberían pasar de la memorización de hechos a la adquisición de capacidades cognitivas. La mente retiene mejor si existe un contexto, una comprensión global e imágenes completas que recordar. Con los actuales métodos de enseñanza basados en la palabra y el texto, el “mostrar y repetir”, no se utiliza adecuadamente el componente más poderoso de rememoración –el cuaderno de dibujo visual y espacial que forma las imágenes mentales.

1.14.2 La realidad virtual responde perfectamente a las necesidades de la memoria humana

La RV se basa intrínsecamente en pseudoimágenes tridimensionales y, por lo tanto, utiliza la parte más antigua y potente de los circuitos de la memoria para mejorar enormemente la comprensión y el aprendizaje. Al permitir a los educandos mirar y manipular objetos virtuales en un entorno informatizado, se puede ampliar su experiencia visual y espacial, aumentando así la comprensión, el entendimiento y, en particular, su motivación para aprender.

1.14.3 En África la realidad virtual puede desempeñar un papel vital en la educación

En África la educación está en crisis y el índice de alfabetización es uno de los más bajos del mundo. Para acometer la cuestión de la educación en el continente sería necesario tomar medidas radicales. Ya se ha visto cómo los materiales didácticos basados en los textos no son la mejor solución y que no basta con impulsar la enseñanza tradicional frente a los alumnos dedicada a “mostrar y repetir” para cubrir el enorme déficit existente. Hay que elaborar materiales didácticos propios que utilicen menos los textos y recurran más a la voz y la imagen y a la simulación de RV interactiva.

Ahora bien, para ello habrá que solventar algunos problemas: el índice de personas que poseen computadoras también es uno de los más bajos del mundo, lo mismo que lo son los niveles de conectividad. Pese a todo, existen otras iniciativas estratégicas, por ejemplo, la instalación de centros comunitarios polivalentes y de computadoras en las escuelas que, con el correr del tiempo, ayudarán a disminuir las dificultades. Además, el costo de la elaboración de contenidos puede ser un obstáculo, pero si se comparte el contenido de la RV entre todo el continente, el costo de utilización se reduce al mínimo, e incluso es posible que resulte inferior al de los libros de texto.

1.14.4 La realidad virtual es una herramienta educativa eficaz

Puede serlo en la forma de RV de inmersión; sin lugar a dudas, en la forma de una computadora de escritorio mucho más simple, la RV es una tecnología potente que permite:

- Demostrar tanto conceptos simples como complejos
- Ilustrar y explicar conceptos
- Reemplazar la vida real por entornos virtuales seguros
- Sintetizar los conocimientos y la información en un todo coherente
- Analizar realidades complejas.

Hay muy pocas herramientas, por no decir ninguna, que respondan con tanta propiedad a las necesidades del aprendizaje en una sola propuesta, como lo hace la RV.

Podemos resumir las ventajas de la RV diciendo que:

- Permite que el usuario manipule el material didáctico de un modo más natural
- Permite que el educando elabore un “modelo mental” global y natural de la materia tratada
- Permite que el usuario navegue fácilmente por el espacio de información tridimensional
- Permite que el educando explore
- Es una potente herramienta de visualización
- Ayuda a superar los obstáculos del analfabetismo
- Facilita el modo de aprendizaje basado en el “mirar - observar - hacer”
- Minimiza los riesgos
- Es una herramienta eficaz para motivar a los educandos

- Puede disminuir los costos, por ejemplo, cuando no alcanzan los fondos para instalar verdaderos laboratorios en las escuelas
- Ofrece una experiencia de aprendizaje más rica y estimulante
- Proporciona un marco visual y espacial en el que puede tener lugar un aprendizaje más detallado.

1.14.5 La realidad virtual sirve para enseñar a niños y a adultos

A primera vista, la RV se presta más al aprendizaje de adultos, que se basa en una actitud de mayor libertad y autonomía en la exploración (Sección 1.13.2), pero también es un auxiliar muy eficaz en el aprendizaje convencional de los niños en el aula donde el docente la utiliza en un entorno colectivo, con una computadora y un proyector de datos para comunicar el contenido interactivo a un grupo de alumnos.

No obstante, esto no impide que los alumnos exploren personalmente si lo desean o si tienen la oportunidad de hacerlo en la escuela. En Uganda, esta es una de las formas en que se utiliza la RV en cuatro proyectos de escuelas experimentales. También es interesante observar que se permite a estudiantes mayores elaborar modelos de realidad virtual dentro de su experiencia de aprendizaje.

1.14.6 Las aplicaciones de la realidad virtual en la educación

Puede elaborarse el contenido de la educación utilizando diversos multimedia numéricos, a saber, dispositivos audio, gráficos, de visualización, animación, simulación y, también, con textos. *Sin embargo, existe una sola aplicación de las TIC capaz de crear entornos en los que se conjuguen todos los aspectos necesarios (Sección 1.8): un entorno totalmente interactivo, simulado, virtual y tridimensional, esto es, la **realidad virtual**.*

Las reformas tecnológicas como la RV deben ponerse en práctica junto con innovaciones simultáneas en la pedagogía, la evaluación de los planes de estudios, la organización escolar y las tecnologías de la enseñanza. La ampliación de la capacitación profesional de los docentes en la utilización de las tecnologías recientes e innovadoras es también un punto esencial para su implantación duradera.

La RV, en particular la de gama baja basada en la microinformática, puede utilizarse provechosamente en numerosos métodos de aprendizaje y formación, e igualmente en las aulas y salas de conferencia, los seminarios y talleres, cursos a tiempo parcial, formación en el lugar de trabajo, aprendizaje en línea así como en simulaciones y juegos.

Además, hay que dedicar el mayor esfuerzo posible a elaborar y apoyar estrategias y plataformas de difusión adaptadas al contexto africano.

Dado que gran parte del aprendizaje se realiza visualmente, los ámbitos en los que es necesario demostrar conceptos difíciles, basándose en el conjunto de las capacidades audiovisuales y motrices, son los primeros que hay que tener en cuenta para aplicar estas tecnologías: los servicios y productos relacionados con la ingeniería, la elaboración de prototipos, la arquitectura, la ciencia y la tecnología, el turismo y los bienes culturales son algunas de las múltiples posibilidades.

En el aula y en el caso de los adultos, los ámbitos de aprendizaje pueden abarcar las ciencias, las matemáticas, la ingeniería, la estadística, las ciencias económicas y de las finanzas, la investigación artística y cultural, etc.

En este estudio se demuestra de modo concluyente que, según la forma en que la mente humana aprende, el contenido visual es fundamental para el aprendizaje, y que el contenido interactivo 3D

(RV) es una forma eficaz de ofrecer tanto contexto como contenido. Todo ello puede tener importantes repercusiones a la hora de mejorar la educación en África. Sin ser la panacea para todos los problemas de la educación en este continente, las tecnologías de la RV, en particular las basadas en las computadoras, pueden ser utilísimas para eliminar algunos déficit educativos.

1.15 El camino a seguir

Una de las conclusiones más importantes de este estudio es que gran parte del aprendizaje y la formación de los seres humanos se basa en los textos, lo que a su vez no es realmente compatible con la forma en que la mente aprende verdaderamente. Los medios visuales, especialmente los interactivos y tridimensionales, tienen más afinidad con los procesos de aprendizaje de la mente. En el estudio también se ha destacado que en África es necesario elaborar material didáctico para satisfacer la amplia gama de necesidades de aprendizaje y responder a las distintas situaciones en materia de alfabetización, idioma y cultura.

Así pues, es importante crear capacidades para elaborar *contenidos* de realidad virtual en África de modo que los países africanos puedan producir sus propios contenidos de RV, únicos y adaptados al contexto local.

Durante los últimos dos años la UNESCO, junto con la empresa Naledi3d Factory, ha obrado con miras a crear capacidades de elaboración de contenidos de RV en Uganda, en la Universidad de Kyambogo, Kampala. Esta iniciativa ha alcanzado ya la fase en que los propios ugandeses se encargan de elaborar contenidos autóctonos para las escuelas del país. Actualmente participan cuatro escuelas, la SchoolNet de Uganda, el Departamento de Educación, la Universidad de Makerere, el Centro de Elaboración de Planes de Estudio Nacionales, representantes de los Centros Comunitarios Polivalentes y la Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO.

En un taller²⁰ del IICBA se estableció una estrategia para llevar la iniciativa ugandesa a todo el continente y en este informe se demuestra que existen verdaderas razones pedagógicas que la respaldan.

Esta iniciativa estratégica se basará en la experiencia de Uganda y tendrá por objeto crear capacidades de elaboración de contenidos locales en varios (cuatro o cinco) países africanos - como se observa en la Figura 8.

²⁰ IICBA (2002). Taller de realidad virtual en África. Naledi3d Factory, Pretoria, marzo.

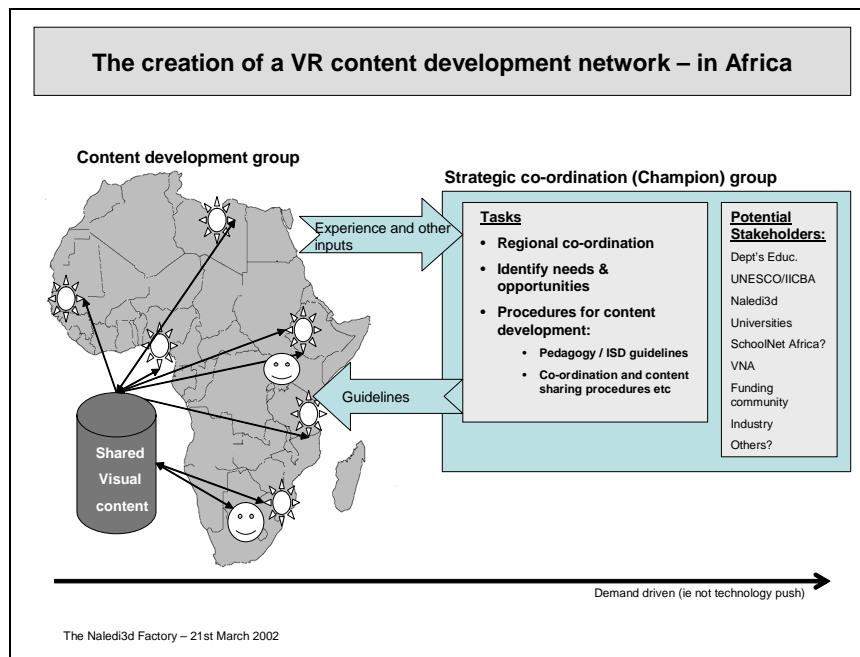


Figura 8: Red panafricana de elaboración de realidad virtual

El concepto propuesto comprende una serie de elementos esenciales que se exponen a grandes rasgos a continuación:

- Varios centros de elaboración en el continente -cada uno de ellos dirigido por un grupo de interesados directos del lugar que facilite la utilización en las escuelas, los centros polivalentes y las bibliotecas locales. Los países señalados en el gráfico anterior no son los definitivos, sino que están entre los que podrían participar en la iniciativa.
- Un pequeño grupo panafricano de coordinación general de actividades en las que se utilice la RV.
- Un proceso y una infraestructura que garanticen que los contenidos elaborados se transmitan a los demás centros y, a su vez, a las comunidades locales.
- Acuerdos de licencia para que no sólo se compartan libremente todos los contenidos, sino que los demás centros puedan modificar cualquier contenido compartido. Esto supone que el contenido elaborado se usa aplicando los principios de los acuerdos de fuente abierta.
- La formación central se encarga de la “capacitación de formadores” que luego son los que dirigen la elaboración en sus países -e imparten como mínimo el primer nivel de capacitación de otros participantes locales.
- Talleres anuales para los que elaboran contenidos y demás participantes a fin de coordinar el aprovechamiento compartido y la actualización de las experiencias y técnicas.

Las actividades iniciales (¿uno a cinco años?) se centrarán en la creación de contenidos para las aulas o para la formación de adultos en materia de ciencias (física, química, biología, etc.), matemáticas, ingeniería, estadística, economía, salud, arte e investigación cultural, etc.

En alguna etapa del proyecto se deberán tomar en consideración los problemas de sostenibilidad futura, que podría suponer tal vez pasar a un modelo comercial de elaboración de contenidos.

2. Metodología de la encuesta

En diversas escuelas y telecentros comunitarios de Sudáfrica y Uganda se llevó a cabo un programa de evaluación para comprobar la validez de los resultados teóricos presentados en la primera parte de este informe. En el resto del estudio se resumen las conclusiones de las encuestas efectivamente realizadas.

El objetivo de la metodología de la encuesta (elaborada por Rita Kizito de la UNISA, especialista en educación) era evaluar si la utilización de intervenciones visualmente interactivas podía tener efectos positivos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Esta estimación podría realizarse averiguando qué valor se concede a la realidad virtual (RV) y cuáles son sus primeras repercusiones en el aprendizaje de los estudiantes en diferentes contextos didácticos, centrándose en las siguientes preguntas:

- ¿Afecta la RV a la comprensión del tema que se está estudiando?
- ¿Influye la utilización de la RV en la retentiva?
- ¿Y en la motivación para aprender?
- ¿Existen pruebas de la aplicación del conocimiento aprendido tras la utilización de la RV?

Las instituciones encuestadas fueron las siguientes:

País	Institución	Número de estudiantes	Número de profesores
Uganda	Telecentro de Buwana	17	1
	Telecentro de Nakaseke	45	7
	Escuela Secundaria Kings College de Budu	25	1
	Colegio Universitario de Makerere	19	7
	Escuela Secundaria de Mengo	20	2
	Escuela Secundaria de Ndjeje	26	5
	Escuela Secundaria St-Henry	29	6
Sudáfrica	Escuela Superior de Soshanguve	28	1
	Escuela Superior de Mamelodi	71	2
Total		280	32

Para los estudiantes y los profesores se prepararon sendos cuestionarios, cada uno de ellos dividido en los cuatro apartados siguientes:

Parte A del cuestionario (antes de la demostración mediante RV): Antes de exponerles a los ocho modelos de RV, el primer paso en cada una de las sesiones de la encuesta era hacer una serie de preguntas a los encuestados para evaluar su familiarización con la enseñanza basada en la informática y con el contenido.

Parte B del cuestionario (después de la demostración mediante RV): La exposición a los ocho modelos de RV se hizo mediante la simulación de una serie de clases. Posteriormente, se examinaron las opiniones de los encuestados sobre este material a través de preguntas destinadas a valorar sus reacciones al material de aprendizaje visual; determinar dónde encontraban dificultades; y, gracias a una serie de diversas preguntas abiertas, conocer cómo pensaban ellos que podía facilitarse el aprendizaje.

Los modelos utilizados en las clases simuladas fueron los siguientes:

Título	Descripción	Observaciones
Filtro de arena	Este modelo explica qué es un filtro de agua a base de arena y cómo funciona. Permite al usuario construir un filtro de este tipo seleccionando capas de arena y haciendo pruebas hasta hallar la combinación adecuada.	
Modelado de plásticos	Este modelo muestra el funcionamiento de una máquina de modelar plásticos de una única fase y bajo costo. Permite al usuario recorrer las distintas etapas de modelado en tiempo real.	A raíz de la demostración, un dirigente comunitario del telecentro de Buwama decidió obtener una máquina para la comunidad.
Pistola	Se trata de un buen ejemplo de máquina que puede desmontarse para mostrar su funcionamiento al público. Este modelo se centra en el percutor, que es movido por un mecanismo de resortes.	
Lalibela	En este modelo se muestra una iglesia tallada en una roca en Lalibela (Etiopía) (Bet St Giorgis); torre externa y torre interna.	Los niños, en particular, no reconocían el nombre, pero en cuanto vieron el modelo, se dieron cuenta de que era algo que habían visto en Internet.
Palancas	Modelo (elaborado para el IICBA) en el que se muestran los principios de las palancas de primer, segundo y tercer género.	
Francés	Este modelo (una sala de estar) diseñado en Uganda, facilita el aprendizaje de la pronunciación y el vocabulario franceses.	
Locomotora a vapor	Este modelo concebido para el Museo de Tecnología de Delft muestra el funcionamiento de una locomotora a vapor. El usuario debe montar los cinco componentes principales de este tipo de máquina.	
Higiene en las zonas rurales	Este modelo fue elaborado en colaboración con la UNESCO para el telecentro de Nakaseke (Uganda). Trata de la higiene básica (lavado de manos, lavado de frutas, fumigado de los sanitarios, baño en zonas adecuadas, etc.). Una aldea 3D está sirviendo como modelo de base.	Este modelo tuvo buena acogida, especialmente entre los estudiantes de las zonas rurales.

Parte C del cuestionario (en torno a la clase de RV): En esta sección, que era continuación de la Parte B anterior, se analizaron las opiniones de los encuestados sobre la RV como posible instrumento de aprendizaje.

Parte D del cuestionario (datos sobre los participantes): En esta parte se consignaba el perfil demográfico de los encuestados.

El contenido y la estructura de los cuestionarios pueden deducirse fácilmente de la presentación de los datos; por ello no se reproducen en este documento, si bien figuran en el informe completo de la encuesta en el Naledi3d Factory Publications Archive (<http://www.naledi3d.com/navpage.html>).

La muestra abarcaba a habitantes de zonas rurales, pueblos y ciudades de edades comprendidas en un abanico bastante amplio (10 a 25+). Los perfiles demográficos son los siguientes:

Perfiles de los estudiantes - 280 encuestados

Edad	
1 = menos de 10 años	0,76%
2 = 11 a 14	6,08%
3 = 15 a 19	71,1%
4 = 20 a 24	10,65%
5 = mayores de 25	11,41%

Ubicación de la escuela	
Zonas rurales	32,28%
Pueblos	50,39%
Ciudades	17,33%

Sexo	
Femenino	35,11%
Masculino	64,89%

Perfil demográfico de los profesores - 32 encuestados

Edad	
1 = 20 a 24	14%
2 = 25 a 34	40%
3 = 35 a 44	30%
4 = 45 a 54	8%
5 = por encima de 55	8%

Formación sobre la realidad virtual	
1 = amplia	0%
2 = adecuada	15%
3 = muy escasa	26%
4 = nula	59%

Experiencia docente	
Promedio de años	7,2 años
Mediana	5 años

Sexo	
Masculino	81%
Femenino	19%

En total, aportaron respuestas escritas 280 estudiantes y 32 profesores. Algunas preguntas no fueron contestadas por todos los encuestados.

3. Análisis de los resultados de la encuesta

En esta sección se analizan pormenorizadamente los datos agregados obtenidos a partir de las respuestas de todos los estudiantes y profesores que rellenaron nuestro cuestionario. Cuando ha sido posible, los datos se han representado en gráficos para facilitar la interpretación.

En el Anexo 1 figuran todas las respuestas de los profesores que permiten entender mejor las repercusiones pedagógicas de la RV.

3.1 Conclusiones - Evaluación anterior y posterior a la demostración basada en la realidad virtual: grado de conocimiento de los temas y experiencia en el aula

3.1.1 Grado de conocimiento de cada uno de los temas antes y después de la clase de realidad virtual

Después de mostrar el material didáctico, visual y basado en la RV, el grado de los conocimientos de los estudiantes de cada uno de los temas tratados cambió considerablemente.

Antes de tomar contacto con el material, conocían poco o nada la mayoría de los temas. Después de la demostración, las respuestas eran, en general, “muy elevado”, “elevado” o “cierto grado de conocimiento”.

En el siguiente cuadro figuran los resultados de las respuestas antes y después de la demostración.

Antes de la demostración de RV					Después de la demostración de RV				
Pregunta:	Nº	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Pregunta:	Nº	Promedio	Desviación estándar	Mediana
¿Cuál es su grado de conocimiento de los siguientes temas?					¿Cuál es su grado de conocimiento de los siguientes temas?				
A1.1 - Filtro de arena	265	4,0	1,3	5	B1.1	252	2,2	1,0	2
A1.2 - Modelado de plástico	259	4,4	1,0	5	B1.2	245	2,4	1,2	2
A1.3 - Pistola	262	3,6	1,3	4	B1.3	250	2,1	1,2	2
A1.4 - Lalibela	259	4,6	1,0	5	B1.4	241	2,6	1,3	3
A1.5 - Palancas	261	3,6	1,5	4	B1.5	247	1,9	1,1	2
A1.6 - Francés	265	4,3	1,1	5	B1.6	242	3,2	1,2	3
A1.7 - Locomotora a vapor	256	4,5	0,9	5	B1.7	238	3,0	1,2	3
A1.8 - Higiene en las zonas rurales	199	3,1	1,5	3	B1.8	172	1,6	1,0	1

1 = Muy elevado; 2 = Elevado; 3 = Cierta grado de conocimiento; 4 = Escaso; 5 = Ningún conocimiento

Es obvio que el grado de conocimiento del tema ha aumentado significativamente. Al parecer, mediante la RV también se puede tratar una gran variedad de asuntos, incluidos los considerados tradicionalmente “difíciles”, como los idiomas. Pese a que el modelo de aprendizaje del francés suscitó una de las reacciones menos favorables, el valor por el que se medía pasó de 5 (ningún conocimiento) a 3 (cierto grado de conocimiento). Estos resultados ponen de manifiesto la flexibilidad de la tecnología y su amplia gama de ámbitos de aplicación.

3.1.2 Calificación de la experiencia

En promedio, los estudiantes consideraron la experiencia entre “muy satisfactoria” y “satisfactoria”, lo que pone de relieve el componente de entretenimiento que comporta el aprendizaje mediante la RV. Mientras que a muchos estudiantes los métodos tradicionales de enseñanza les pueden parecer

aburridos y no especialmente estimulantes, el material didáctico basado en la RV les exige participar y realizar aportaciones constantes, además de mantener la atención y la motivación, lo cual alimenta aún más su interés.

Pregunta	# Respuestas	Promedio	Desviación estándar	Mediana
¿Cómo calificaría su experiencia?	164	1,7	1,0	2

1 = Sumamente divertida; 2 = Satisfactoria; 3 = No divertida.

3.1.3 Comparación entre estudiantes ugandeses y sudafricanos

- Los estudiantes de uno y otro país muestran niveles semejantes de conocimiento antes y después de la demostración basada en la RV.
- Los estudiantes sudafricanos tuvieron más problemas (un 91% de los encuestados) que los ugandeses (el 72%) con los temas tratados.

Respecto a la experiencia con la RV, existe poca diferencia entre los estudiantes de los dos países africanos, lo que permite prever la posibilidad y la utilidad de incrementar los intercambios de los modelos de estos programas en el seno de África.

3.2 Conclusiones - Después de la demostración basada en la realidad virtual: calificación por los profesores del programa

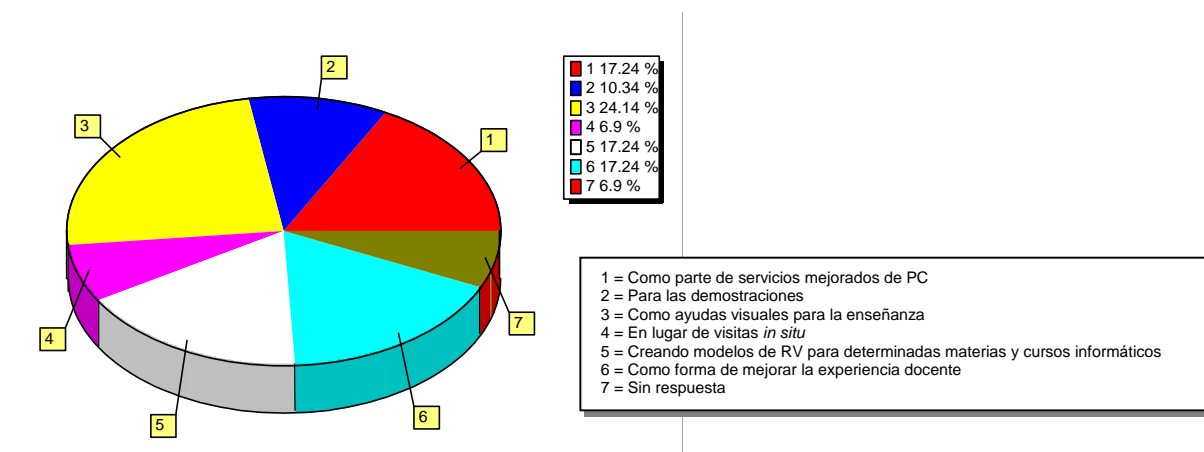
Se pidió a los profesores que dieran una puntuación al programa, a la clase impartida y a su experiencia en la utilización de la RV como instrumento didáctico.

- Los profesores calificaron las posibilidades de utilización, el diseño, el contenido académico y la consecución de los objetivos de aprendizaje entre buenos y excelentes.

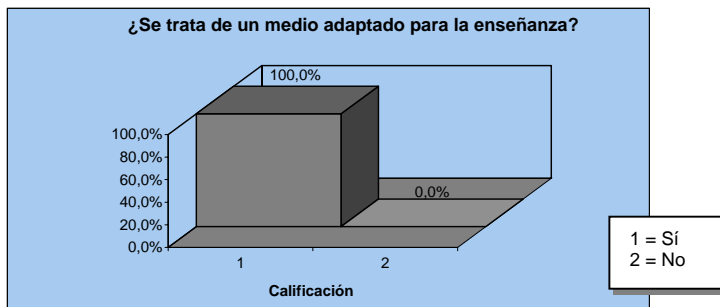
Pregunta:	Nº	Promedio	Desviación estándar	Mediana
Entre 1 y 10, ¿qué puntuación otorgaría a los siguientes aspectos?				
A1.1 - Posibilidades de utilización	31	7,9	1,6	8
A1.2 - Diseño	31	8,6	1,5	9
A1.3 - Contenido académico	30	8,1	1,4	9
A1.4 - Consecución de los objetivos de aprendizaje	30	8,7	1,3	9

De 1 = malo hasta 10 = excelente

- Todos los encuestados coincidieron en que la realidad virtual podía incorporarse a sus cursos o clases. En el siguiente gráfico se indica cómo cabría efectuar dicha integración:



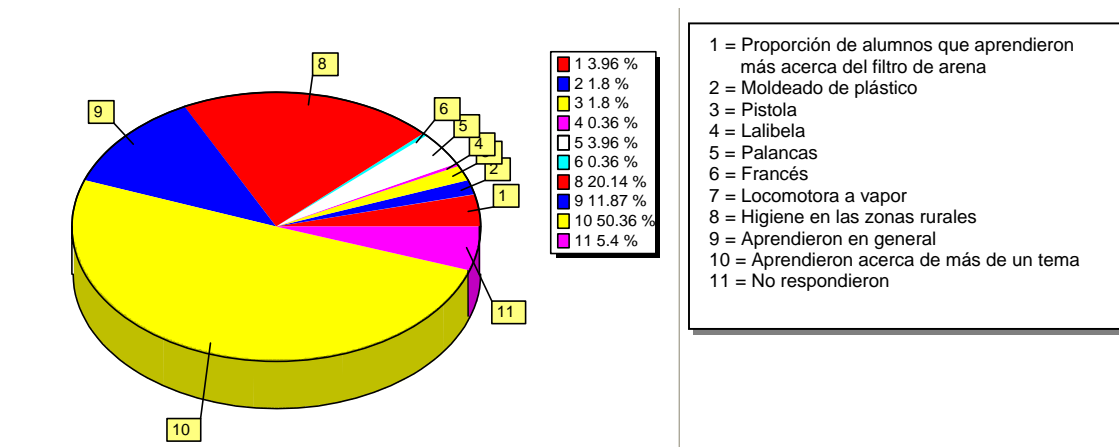
- La totalidad de los docentes encuestados (el 100%) también consideraron que se trataba de un medio adaptado para la enseñanza.



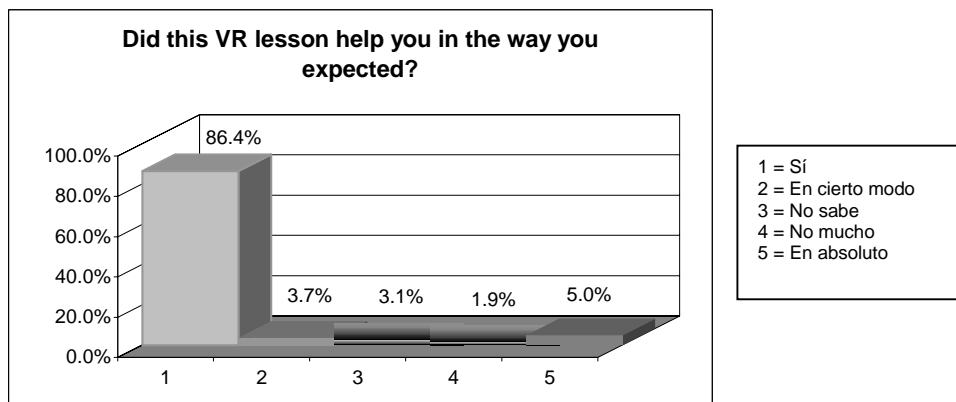
3.3 Conclusiones - Después de la demostración: Experiencia de aprendizaje de los estudiantes

3.3.1 Opiniones sobre el volumen y el valor del aprendizaje adquirido gracias a la demostración

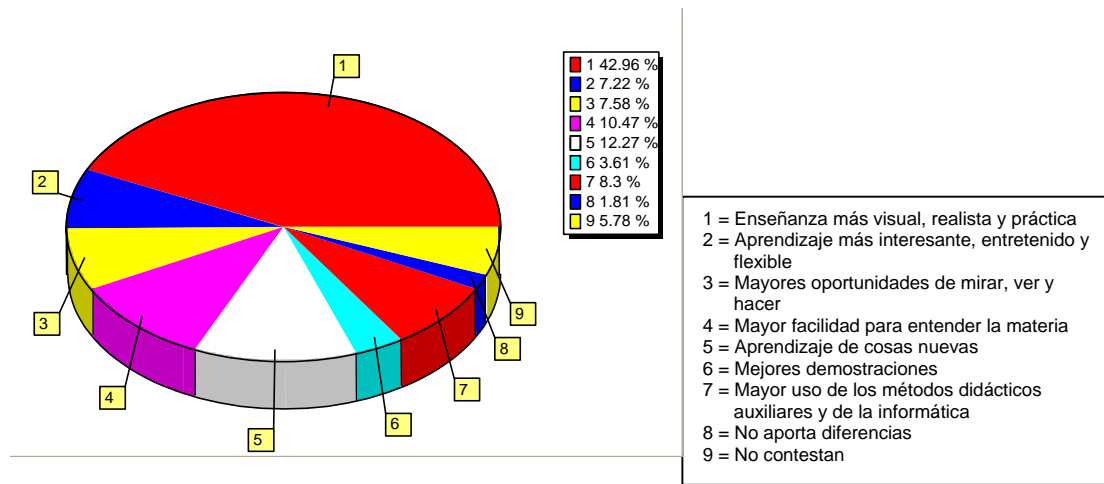
- En general, el 50% de los estudiantes aprendieron acerca de más de un tema. Curiosamente, para el 27% de los estudiantes, el tema más importante para ellos fue el de la higiene en las zonas rurales, si bien la mitad indicaron que aprendieron sobre más de un tema.



- El 86% de los estudiantes afirmaron que la clase de RV les había ayudado de la forma que esperaban.



- Según el 43% de los estudiantes, las clases impartidas mediante RV eran más prácticas, realistas y visuales que las normales. El 50% de los encuestados mencionaron otras ventajas de este método (categorías 2-7). Sólo el 2% dijo que la RV no aportaba nada.



3.3.2 Comparación entre los estudiantes ugandeses y los estudiantes sudafricanos

- Es interesante observar que el 42% de los estudiantes sudafricanos estimaron que el modelo de realidad virtual sobre la higiene en las zonas rurales había proporcionado la experiencia didáctica más importante. El 30% de los estudiantes sudafricanos habían adquirido nuevos conocimientos sobre varios temas, en comparación con el 62% de los estudiantes ugandeses.
- El 85% de los estudiantes ugandeses y el 87% de los estudiantes sudafricanos declararon que el uso de la realidad virtual en el aula los había ayudado de la manera que habían imaginado.
- El 46% de los estudiantes ugandeses y el 38% de los estudiantes sudafricanos declararon que las clases en las que se utilizaba la RV eran más prácticas, realistas y visuales que las habituales, permitían aprender cosas nuevas, entender mejor el tema estudiado y, por último, contribuían a una mejor utilización de los materiales didácticos y de la informática.
- Después de esas clases, el 36% de los estudiantes sudafricanos tenían problemas en una sola asignatura, el 18% en dos, y otro 18% no tenían dificultad alguna. En Uganda, sólo el 29% de los alumnos seguían tropezando con problemas en una asignatura y el 20% en dos. La proporción de estudiantes ugandeses que no experimentaban dificultad alguna ascendía a 13%.

3.4 Evaluación por los estudiantes de las clases impartidas mediante técnicas de realidad virtual

3.4.1 Calidad general

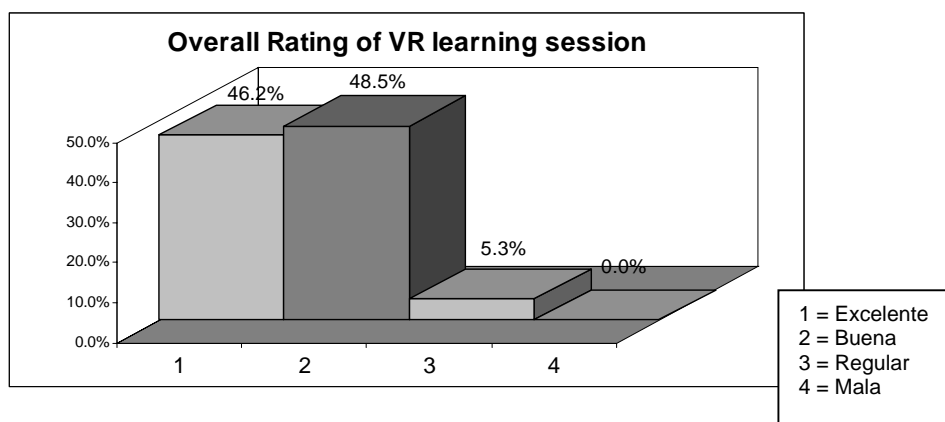
- Se pidió a los estudiantes que clasificaran las clases impartidas mediante técnicas de RV, en función de los siguientes criterios:

Preguntas	Nº de respuestas	Promedio	Desviación estándar	Mediana
C1.1 - Las imágenes virtuales facilitan el aprendizaje	256	1,3	0,5	1
C1.2 - Las imágenes virtuales mejoran mi comprensión	255	1,8	0,9	2
C1.3 - Las imágenes virtuales no mejoran mi comprensión	245	3,9	1,1	4
C1.4 - Lo que mejora mi comprensión son las explicaciones del profesor	239	2,4	1,0	2
C1.5 - Con las imágenes virtuales, el aprendizaje es más entretenido	245	1,4	0,8	1
C1.6 - Las imágenes virtuales complican el proceso de aprendizaje	231	3,8	1,4	4
C1.7 - Las imágenes virtuales me ayudan a recordar lo que he aprendido	244	1,7	1,0	1
C1.8 - La sesión de RV no puede ayudarme a repasar las lecciones	242	4,0	1,2	4
C1.9 - Esta sesión de RV es coherente con el resto de mis lecciones	236	2,0	1,0	2
C1.10 - Si fuera posible, me gustaría asistir a otra sesión de RV	250	1,4	0,9	1

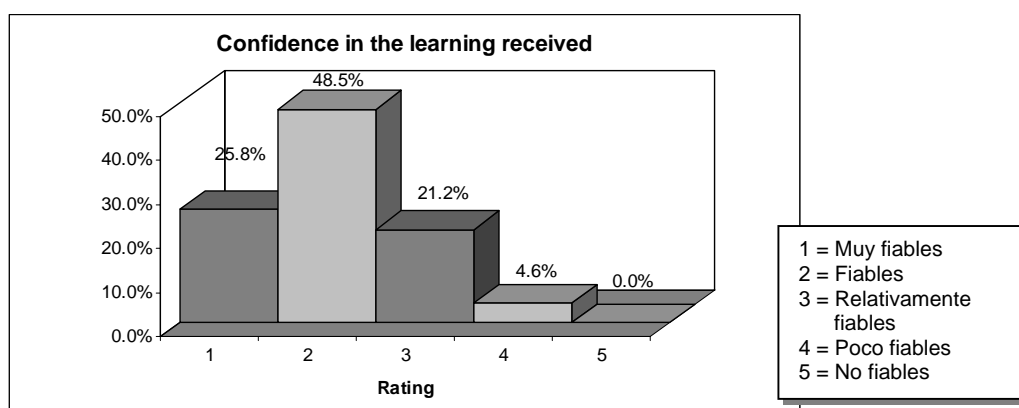
Clasificación: 1 = totalmente de acuerdo, 2 = de acuerdo, 3 = sin opinión, 4 = en desacuerdo, 5 = en total desacuerdo

Las respuestas que figuran más arriba son bastante explícitas. Cabe señalar que tres de las 10 preguntas fueron formuladas de manera negativa (C1.3; C1.6; y C1.8) a fin de comprobar si los estudiantes (sobre todo los más jóvenes), debido a una comprensión insuficiente del inglés o una falta de atención, pasarían por alto la naturaleza negativa de esas preguntas. El hecho de que los estudiantes entendieran ese matiz y respondieran en consecuencia constituyó un elemento adicional para el resultado.

- Se pidió a los estudiantes que calificaran las clases impartidas mediante técnicas de RV.



- Los estudiantes dieron también una apreciación de los conocimientos adquiridos en esa sesión.



3.4.2 Comparación entre los estudiantes ugandeses y los estudiantes sudafricanos

- Los estudiantes de ambos países dieron respuestas similares. En general, las clases en las que se había utilizado la RV suscitaron reacciones muy positivas.
- La mayoría de los estudiantes de ambos países consideraron esas clases buenas o excelentes.
- En Sudáfrica, el 32% de los estudiantes se sentían muy seguros de lo asimilado en esas clases, y el 50% consideraban que los conceptos aprendidos eran fiables. En Uganda, el 21% de los estudiantes estimaban muy fiables los conceptos enseñados y el 48% los consideraban fiables.

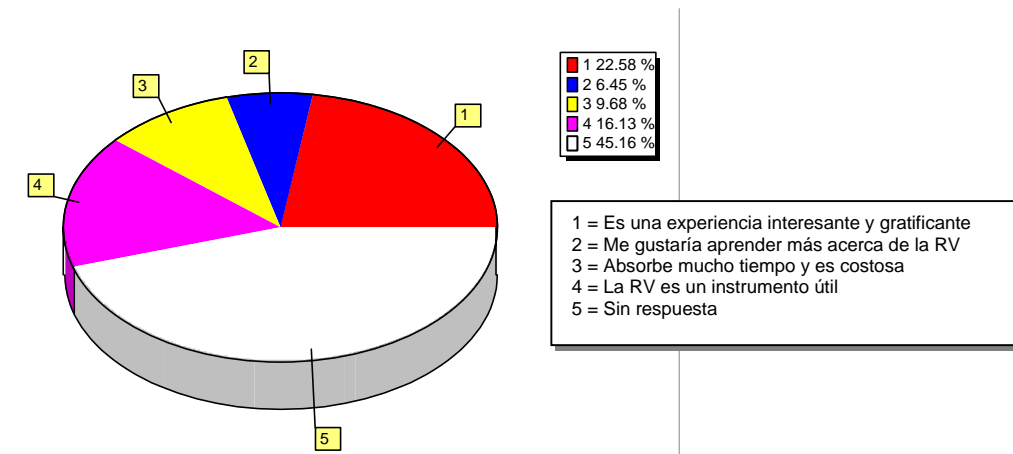
3.5 Evaluación por los profesores de las clases impartidas mediante técnicas de realidad virtual

Se pidió a los profesores que evaluaran la calidad general de las clases en las que se había utilizado la RV, en función de varios criterios que figuran en el cuadro a continuación:

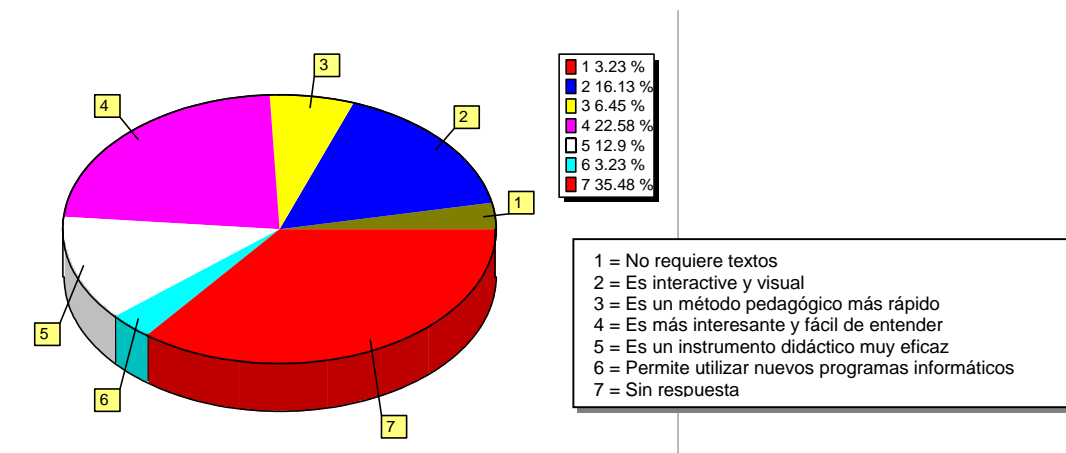
Preguntas	Nº de respuestas	Promedio	Desviación estándar	Mediana
B1 - La preparación de esta clase fue fácil	28	2,8	1,3	2,5
B2 - Este método de enseñanza me parece solvente	28	2,0	1,1	2,0
B3 - Los alumnos encontraron la clase entretenida	28	1,8	1,1	2,0
B4 - El material suscitó el interés de los alumnos	27	2,7	1,3	3,0
B5 - La enseñanza ocupó menos tiempo que en las clases habituales	25	2,2	1,0	2,0
B6 - La RV puede ser benéfica para los alumnos que tienen dificultades en determinadas asignaturas	29	1,6	0,9	1,0
B7 - Las técnicas de RV son fáciles de integrar en mi curso	28	1,9	0,9	2,0
B8 - La sesión de RV puede ayudar a repasar las lecciones	28	1,6	1,0	1,0
B9 - Este programa informático puede utilizarse en varios cursos	28	1,6	0,8	1,0
B10 - Me gustaría utilizar la RV con mayor frecuencia	29	1,8	0,9	2,0
B11 - El uso de la RV en la enseñanza es demasiado costoso	26	2,3	1,3	2,0

Clasificación: 1 = totalmente de acuerdo, 2 = de acuerdo, 3 = sin opinión, 4 = en desacuerdo, 5 = en total desacuerdo.

- Se pidió asimismo a los profesores que formularan comentarios (con sus propias palabras) acerca de su experiencia pedagógica con la RV.



- Luego se pidió a los profesores que pusieran de relieve (también con sus propias palabras) los mejores aspectos de este tipo de clase.



4. Resumen de los resultados de la encuesta

En esta sección se subrayan las conclusiones más importantes que se desprenden de los datos disponibles relativos a los estudiantes y los docentes.

4.1 Clases en las que se utiliza la realidad virtual: clasificación de los estudiantes

Los estudiantes estimaron que las imágenes virtuales hacían que el aprendizaje y la comprensión del tema fueran más fáciles, amenos y simples de recordar, y que se amoldaban bien a otras clases y ayudaban a repasar las lecciones. Además, casi el 95% de los estudiantes clasificaron esas clases entre buenas y excelentes.

4.2 Clases en las que se utiliza la realidad virtual: clasificación de los docentes

En general los docentes estimaron que la RV era una herramienta didáctica eficaz que podía formar parte de las clases. Todos ellos consideraron que la RV era un buen método para enseñar las materias en las que se ensayó.

Hubo una fuerte correlación entre docentes y alumnos: ambos grupos coincidieron en que las clases en las que se utilizaba la RV eran amenas, fáciles de integrar en los cursos y podían ayudar a repasar las lecciones. Con respecto a los conocimientos adquiridos, el 74% de los estudiantes consideraron que eran fiables y muy fiables. Ambos grupos consideraron igualmente que los programas informáticos podían utilizarse en más de un curso y el 50% de los estudiantes aprendieron algo sobre otros temas.

Se señaló que los gastos en programas y computadoras podían plantear problemas, debido a la escasez de material informático en las escuelas y los costos previstos para superar ese escollo.

En lo que concierne a la preparación de clases, se puede esperar una determinada curva de aprendizaje inicial de los docentes a medida que adoptan la RV como instrumento didáctico (la experiencia de proyectos anteriores en Uganda, en colaboración con la Comisión Nacional Ugandesa para la UNESCO, demuestra que hay formas de salvar esta barrera).

4.3 Clasificación de los programas informáticos de realidad virtual

Los docentes clasificaron la facilidad de utilización, el diseño, el contenido temático y los resultados obtenidos entre buenos y excelentes. En estrecha correlación con las respuestas de los estudiantes, el 95% de los cuales consideraron la clase en la que se utilizó esa tecnología entre buena y excelente.

Nuevamente existe una gran correlación entre la experiencia de los docentes y la de los estudiantes. Las tres cuestiones más importantes que surgieron fueron las siguientes:

1. la escasez de equipos informáticos;
 2. la claridad de las instrucciones y la enseñanza; y
 3. la formación.
- El 19% de los estudiantes y de los docentes indicaron que se necesitaban mejores equipos, programas informáticos, etc.;
 - El 19% de los estudiantes y de los docentes indicaron que se necesitaban más clases, práctica y formación;

- El 23% de los docentes y el 14% de los estudiantes querían que las instrucciones, el asesoramiento y la formación fuesen más claros.

Es evidente que en las escuelas se necesitan más computadoras, lo cual está relacionado estrechamente con la falta de equipos ya mencionada.

Más del 24% de los docentes estimaron que la RV podía utilizarse como auxiliar de visualización en la enseñanza, lo cual corresponde en gran medida a la respuesta de los estudiantes: el 44% consideraron que la RV era más visual, realista y práctica que sus clases normales.

Un 17% subrayó que era muy importante que la adquisición y la instalación de programas informáticos de RV formara parte de la modernización de los equipos informáticos.

Otros aspectos destacados: se pensaba que la RV podía mejorar la experiencia de aprendizaje (el 17% de las respuestas) y que se debía crear modelos de RV para determinadas materias (también, 17% de las respuestas).

Todos los docentes (100%) pensaban que la RV era una buena forma de enseñar las materias en cuestión. Un 86% de los estudiantes dijo que la clase con dispositivos de RV les había ayudado según esperaban.

4.4 Experiencia de los docentes con la realidad virtual

En general, la experiencia fue positiva: casi el 40% de los docentes consideraron que la RV resultaba interesante, gratificante y útil en su labor pedagógica, aunque, para algunos, los costos estimados de la adquisición de equipos informáticos y la elaboración de modelos de realidad virtual eran demasiado elevados.

Para casi el 40% de los docentes lo más notable era que las clases en las que se utilizaba la RV resultaban más interesantes, comprensibles, visuales e interactivas. Esto se relaciona estrechamente con la respuesta del 44% de los estudiantes que consideraron que los aspectos visuales, realistas y prácticos constituían la mayor diferencia respecto de las clases normales.

No obstante, el 26% de los docentes creía que la RV era difícil de aprender, lo cual indicaría que existe una determinada curva de aprendizaje que hay que tener en cuenta, en particular en la comunidad de los docentes.

Tanto los docentes (16%) como los estudiantes (19%) dijeron que necesitaban más formación para utilizar los modelos de RV a fin de aumentar su experiencia al respecto.

Un 10% de los docentes estimó que los modelos de RV debían utilizar más los idiomas africanos. Está claro que los contenidos elaborados en el continente tendrán que satisfacer las necesidades de los estudiantes en materia de lenguas.

4.5 Conclusión

Este estudio sobre el terreno ha confirmado las conclusiones de la investigación teórica previa que figura en la primera parte de este informe.

Los datos analizados y presentados en este informe confirman las conclusiones anteriores según las cuales la RV es una nueva herramienta educativa muy eficaz. Tanto las respuestas de los docentes

como las de los estudiantes demuestran que el proceso de aprendizaje puede mejorarse mucho gracias a la utilización de material didáctico basado en esa tecnología.

Todos los docentes pensaban que la realidad virtual era un buen medio de transmisión de conocimientos y la mayoría de ellos indicó que podía integrar la RV en sus clases.

La mayoría de los estudiantes aprovecharon las posibilidades de visualización e interacción de la tecnología por lo que se sintieron más seguros en las materias tratadas. Los resultados son muy alentadores, considerando la brevedad del tiempo de utilización de cada modelo de RV, y pone de relieve la rapidez y facilidad del aprendizaje con el apoyo de esa tecnología.

En África también se presentan dificultades para implantarla. Uno de los problemas claramente destacado en el estudio es la falta de equipos informáticos en muchas escuelas. Es evidente que hay que solucionar la escasez de computadoras y programas a fin de que la RV entre en los establecimientos escolares.

Además, debido a las diferencias entre la RV y los métodos de enseñanza tradicionales, los docentes se encuentran frente a una determinada curva de aprendizaje relativa al uso de la tecnología.

Por último, siempre conviene volver a subrayar que es fundamental tener material didáctico de RV africano y en idiomas africanos. Si se desea liberar todo el potencial de esa tecnología aplicada a la educación en África, habrá que elaborar allá sus contenidos.

ANEXO 1 – Análisis estadísticos de las respuestas del conjunto de los docentes

Sección A: Clasificación del programa de realidad virtual (la numeración de las preguntas corresponde a la del cuestionario)

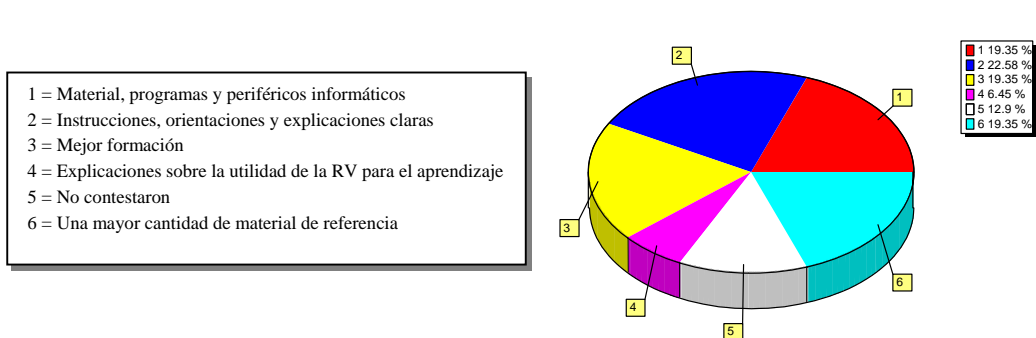
1. ¿Cómo clasificaría los siguientes aspectos de los paquetes de realidad virtual?

Clasificación de 1 = *Insuficiente* a 10 = *Excelente*

Pregunta: ¿Cómo clasificaría los siguientes aspectos?	Nº	Promedio	Desviación estándar	Mediana
A1. Facilidad de utilización	31	7,9	1,6	8
A2. Diseño	31	8,6	1,5	9
A3. Contenido temático	30	8,1	1,4	9
A4. Resultados obtenidos	30	8,7	1,3	9

- El valor promedio es el valor medio obtenido para cada respuesta.
- La desviación estándar indica la distancia a la que se distribuyen los valores en torno al valor promedio.
- La mediana representa el valor central.
 - Una mediana inferior al valor promedio indica que, si bien unos pocos valores son muy superiores a éste, la mayoría de ellos son inferiores.
 - Una mediana superior al valor promedio indica que, si bien unos pocos valores son muy inferiores a éste, la mayoría de ellos son superiores.

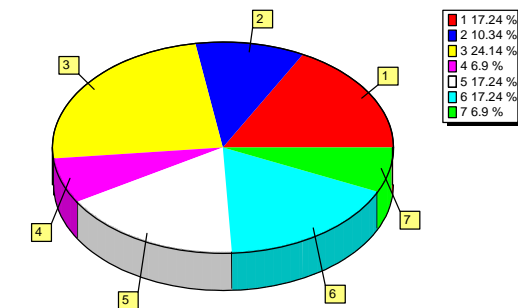
5. ¿Qué otras ayudas se deberían proporcionar a los alumnos para que pudieran trabajar a solas con el programa de realidad virtual?



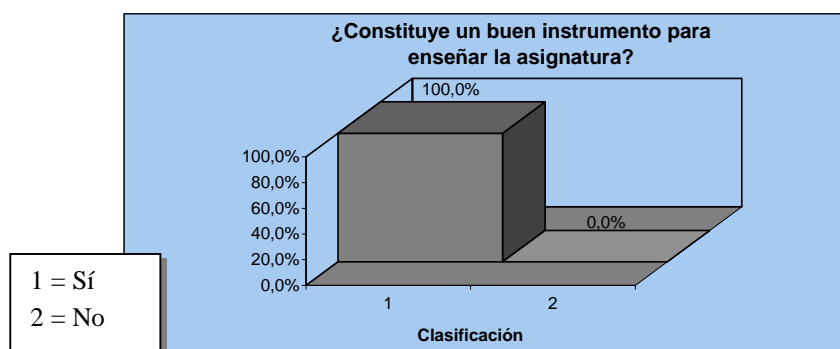
6. ¿Podría utilizar este programa de realidad virtual en sus cursos? Si así fuera, ¿de qué manera?

Las 32 personas interrogadas indicaron que podrían utilizar el programa de RV en sus cursos. En el diagrama circular se ilustra la forma en que podrían hacerlo.

- 1 = Como parte del equipamiento informático de elevado nivel
- 2 = Para hacer demostraciones
- 3 = En calidad de ayuda visual para la enseñanza
- 4 = En sustitución de las visitas *in situ*
- 5 = Creando modelos de RV y programas informáticos de enseñanza para ciertas asignaturas
- 6 = Para mejorar el aprendizaje
- 7 = No contestaron



7. ¿Constituye un buen instrumento para enseñar la asignatura?



Sección B: El curso impartido con el programa de realidad virtual

1. ¿En qué medida está de acuerdo con las siguientes descripciones del curso impartido con el programa de realidad virtual?

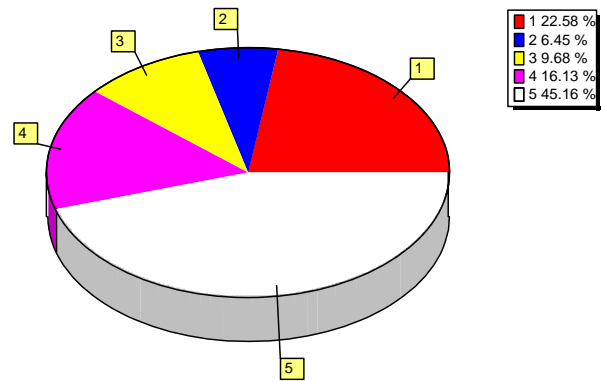
Preguntas	Nº de respuestas	Promedio	Desviación estándar	Mediana
B1 – La preparación del curso fue fácil	28	2,8	1,3	2,5
B2 – Este método de enseñanza me inspira confianza	28	2,0	1,1	2,0
B3 – A los alumnos les gustó la clase	28	1,8	1,1	2,0
B4 – El material suscitó el interés de los alumnos	27	2,7	1,3	3,0
B5 – Con este programa impartí la clase en menos tiempo	25	2,2	1,0	2,0
B6 – La RV puede ser de utilidad para los alumnos con dificultades en la asignatura	29	1,6	0,9	1,0
B7 – La RV se puede integrar fácilmente en mi curso	28	1,9	0,9	2,0
B8 – Las clases con el programa de RV pueden ayudar a repasar las lecciones	28	1,6	1,0	1,0
B9 – Este programa puede usarse en varios cursos	28	1,6	0,8	1,0
B10 – Me gustaría usar el programa de RV con más frecuencia	29	1,8	0,9	2,0
B11 – La utilización de la RV en la enseñanza es muy onerosa	26	2,3	1,3	2,0

Clasificación: 1 = Totalmente de acuerdo, 2 = De acuerdo, 3 = Indiferente, 4 = En desacuerdo, 5 = Totalmente en desacuerdo

Sección C: Utilización del programa de realidad virtual: experiencia de los profesores

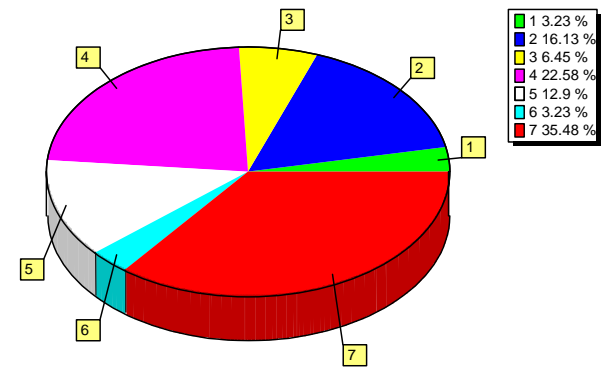
1. Comente su experiencia de enseñanza con el programa de realidad virtual

- 1 = Es una experiencia interesante y gratificante
 2 = Quisiera aprender más acerca de la RV
 3 = Lleva mucho tiempo y es onerosa
 4 = La RV es un instrumento útil
 5 = No contestaron



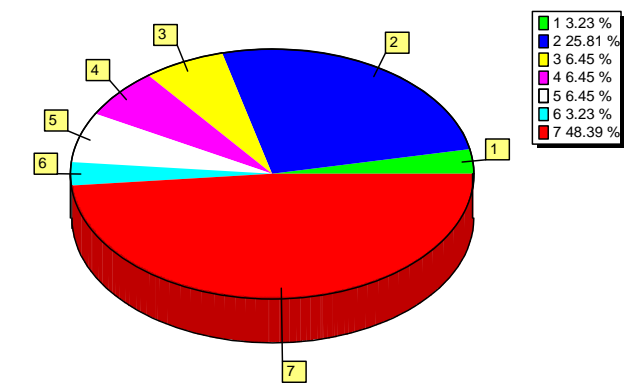
2. ¿Qué le pareció positivo?

- 1 = No requiere textos
 2 = Es interactivo y visual
 3 = Las clases se imparten más rápidamente
 4 = Es más interesante y facilita la comprensión
 5 = Es un instrumento didáctico muy eficaz
 6 = La posibilidad de utilizar un programa informático nuevo
 7 = No contestaron



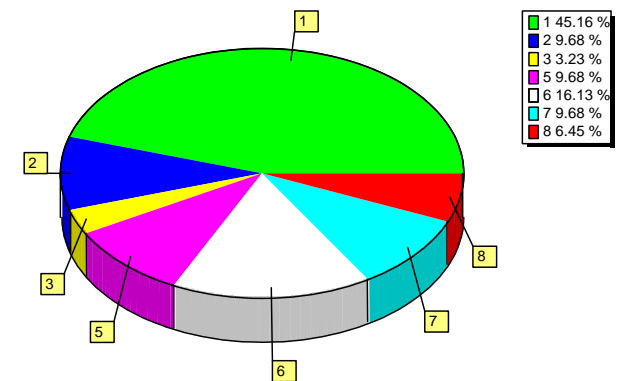
3. ¿Qué le pareció negativo?

- 1 = Nada
 2 = La dificultad para aprender a utilizarlo
 3 = La necesidad de emplear un equipamiento informático especial
 4 = Podría desalentar la experimentación real
 5 = No está demostrada la eficacia de esta tecnología
 6 = Los modelos del programa de RV deberían acercarse más a la realidad africana



4. ¿Cómo se podría mejorar?

- | |
|---|
| 1 = No hicieron sugerencias |
| 2 = Creando modelos más sencillos |
| 3 = Utilizando más videoclips |
| 4 = Incluyendo más contenidos africanos |
| 5 = Utilizando más lenguas africanas |
| 6 = Impartiendo una mejor formación sobre la utilización de modelos de RV |
| 7 = Alterando la enseñanza teórica con la enseñanza con programas de RV |
| 8 = Suministrando programas de RV |



Sección D: Aprendizaje de los alumnos: evaluación de los profesores

Ninguna de las 32 personas interrogadas suministró informaciones sobre el aprendizaje y los resultados de los alumnos en las asignaturas impartidas.

Sección E: Datos demográficos personales

Edad	
1 = 20 a 24	14%
2 = 25 a 34	40%
3 = 35 a 44	30%
4 = 45 a 54	8%
5 = más de 55	8%

Formación recibida acerca del programa de realidad virtual	
1 = amplia	0%
2 = suficiente	15%
3 = escasa	26%
4 = inexistente	59%

Sexo	
Masculino	81%
Femenino	19%

Años de experiencia docente	
Promedio	7,2 años
Mediana	5 años