

AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES CON INTERACCIÓN BASADA EN REALIDAD AUMENTADA USANDO EL WIIMOTE

Réné Lobo, Jonatan Gomez, Pablo Figueroa

Universidad Nacional de Colombia ; Universidad Nacional de Colombia ; Universidad de los Andes

raloboq@unal.edu.co; jgomezpe@unal.edu.co; pfiguero@uniandes.edu

Resumen

El presente artículo describe el desarrollo y características de EducAR (Educative Augmented Reality) una aplicación destinada a la enseñanza en ambientes educativos virtuales empleando realidad aumentada colaborativa para mostrar e interactuar con modelos 3D de química orgánica. Esta aplicación mejora la experiencia educativa en ambientes síncronos y asíncronos propiciando la apropiación de nuevos conceptos. Además se explora el uso de una técnica de interacción basada en el Wiimote para la interacción entre el usuario y los contenidos 3D generados.

Palabras – clave: Realidad Aumentada, Educación Virtual, Human Computer Interaction, WiiMote, e-learning.

Abstract

This article describes the development and characteristics of EducAR (Educative Augmented Reality) an application designed for teaching in virtual learning environments using collaborative augmented reality in order to display and interact with 3D models of organic chemistry. This application enhances the educational experience in synchronous and asynchronous environments promoting the appropriation of new concepts. It is also explored the use of an interaction technique based on the Wiimote improving the interaction between the user and the 3D generated content.

Keywords: Realidad Aumentada, Educación Virtual, Human Computer Interaction, WiiMote, e-learning.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la alta demanda educativa y a la globalización no siempre los estudiantes y profesores pueden compartir un mismo espacio físico, la educación virtual surge para suplir esta necesidad utilizando todos los medios electrónicos y tecnologías disponibles para facilitar la transmisión de conocimiento entre personas apartadas

geográficamente (Cabero, 2007). Gracias a esto la educación virtual cada vez esta tomando mas importancia para las instituciones educativas, un ejemplo de esto es el de la universidad de Standford que en el año 2011 puso a disposición su primer curso virtual gratuito para todo el mundo alcanzando un numero de alumnos mayor a 60 mil. El uso de la realidad aumentada en el campo de la educación virtual ha sido explorado por varios investigadores sin embargo este no ha sido ampliamente masificado. La realidad aumentada puede ser definida como una vista directa o indirecta del mundo real que ha sido mejorada o aumentada al añadirle información generada por computador (Carmigniani, 2010). Los sistemas de realidad aumentada son definidos como los que poseen estas 3 características (Azuma R. T., 1997) :

- 1) Combinan contenidos reales y virtuales
- 2) Son interactivos y en tiempo real
- 3) Son registrados en 3D

Debido a sus características, la realidad aumentada puede ser usada para enriquecer y mejorar los sistemas de educación virtual, combinando video con modelos 3D en tiempo real que pueden ser presentados y manipulados por los estudiantes, obteniendo una excelente forma de intercambiar y manipular contenidos educativos.

El proposito de este trabajo es crear una aplicación que pueda ser utilizada en educación virtual de tipo síncrono y asíncrono e incluso en clases presenciales, de tal manera que facilite tanto la labor del profesor de mostrar y explicar conceptos y modelos como la del estudiante de apropiarse de estos. Para esto se usa la realidad aumentada como tecnología que tiene el potencial de atraer, estimular y motivar a los estudiantes a explorar los materiales de la clase desde múltiples ángulos (Kerawalla L, 2006).

Este articulo esta dividido de la siguiente forma: en la sección 2 se exponen una serie de trabajos previos. En la sección 3 se describe la aplicación EducAR (Educative Augmented Reality), sus características, arquitectura, software, librerías utilizadas, y el modelo de interacción con el WiiMote. En la sección 4 se explica el proceso de evaluación y validación del modelo de educación virtual propuesto. En la sección 5 y 6 se indican las conclusiones y el trabajo futuro propuesto.

2. TRABAJO PREVIO

Anteriores investigaciones han mostrado importantes desarrollos en la enseñanza de la química orgánica e inorgánica empleando realidad aumentada: (Nuñez M. et al, 2008) crearon un sistema para la enseñanza de química inorgánica de cristales en clases presenciales de forma colaborativa.

Chen, Y.C realizó un estudio comparativo entre el uso de modelos físicos y modelos de realidad aumentada (Chen, Y.C, 2006) estableciendo que la realidad aumentada puede ser una valiosa herramienta complementaria para la enseñanza.

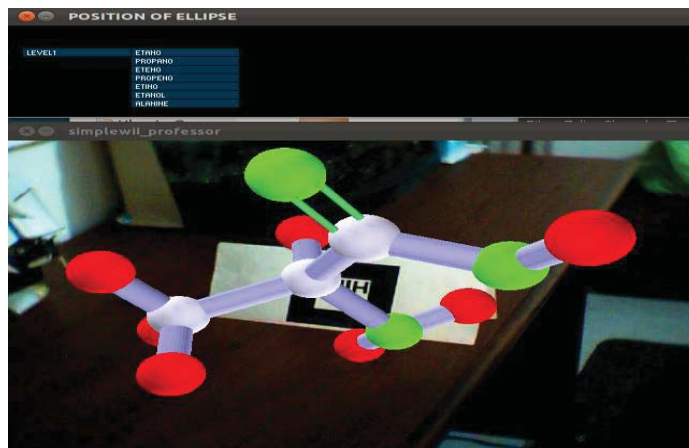
La aplicación Augmented Chemistry (Fjeld, M. et al, 2006) muestra una interfaz de usuario táctil para la enseñanza de química inorgánica y una serie de experiencias de diseño para este tipo de interfaces.

Asai y Takanese mostraron con un estudio que la utilización de realidad aumentada en la educación favorece el desempeño de los estudiantes al completar una serie de tareas de identificación de moléculas y que a pesar de que no encontró diferencias en la apropiación de conceptos, los estudiantes prefirieron el uso de realidad aumentada sobre un ambiente web común (Asai, K. & Takase, N ,2011).

3. DESCRIPCIÓN

La aplicación EducAR fue diseñada para la enseñanza de modelos de química orgánica, de modo que sea usada para facilitar la apropiación de conceptos tales como introducción a la química orgánica, estructuras de Lewis, isomería y estereoquímica (ver figura 1). EducAR puede ser utilizado en modelos de educación síncronos, asíncronos e incluso presenciales para aprendizaje de forma colaborativa o personal.

Figura 1. Figura de una molécula de Alanina visualizada en EducAR



3.1 Modelo Sincrono

El profesor desarrolla su clase y esta es transmitida a los estudiantes por medio de videoconferencia. Tanto profesor como estudiantes se pueden ver y comunicar constantemente y además comparten los modelos 3D creados mediante realidad aumentada, por lo que los cambios que realice el profesor (selección, rotación y zoom) en su modelo se ven reflejados en los modelos de los estudiantes, y así mismo los estudiantes pueden seleccionar un átomo en particular para exponer alguna duda y esta selección se refleja en el modelo del profesor.

Para facilitar la interacción y mejorar la fluidez de la clase, el profesor puede controlar todos los modelos 3D y desarrollar su clase únicamente con el WiiMote, sin necesidad de interactuar con el computador directamente, pudiendo realizar las operaciones de zoom, rotación en los 3 ejes, selección de un elemento en particular dentro del modelo y cambiar de modelo.

3.2 Modelo Asincrono

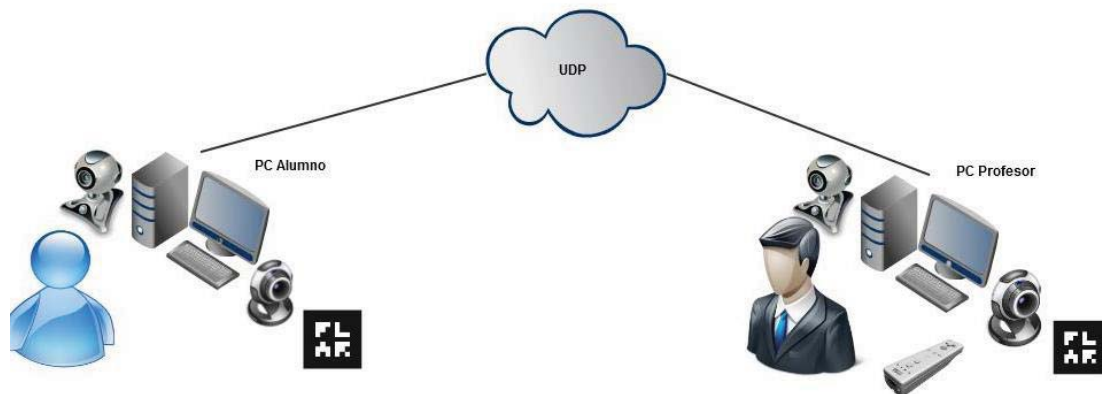
El estudiante puede realizar un aprendizaje autónomo e independiente sin la supervisión de un profesor, interactuando con los modelos químicos precargados en el sistema. El estudiante puede realizar las operaciones de zoom, rotación en los 3 ejes y selección de átomos o elementos en particular para obtener más información de estos. Para la interacción el alumno puede utilizar los medios convencionales (mouse y teclado) o un WiiMote si dispone de él.

Las arquitecturas mostradas a continuación fueron diseñadas para mantener bajos costos de modo que la aplicación pueda ser implementada en cualquier centro educativo y que su integración sea sencilla.

3.3 Arquitectura

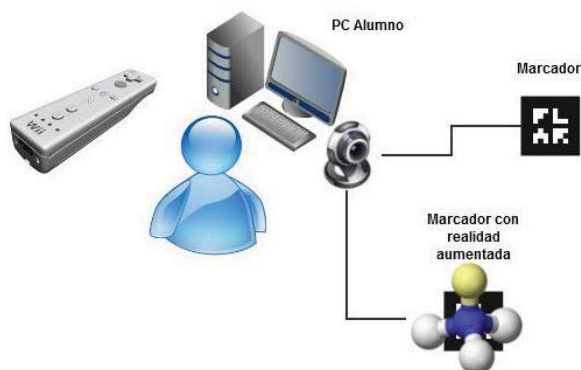
Para el modelo síncrono la arquitectura de hardware. Consiste en 2 computadores interconectados por una conexión UDP, cada computador tiene 2 cámaras web, una cámara es usada para el reconocimiento de los marcadores de realidad aumentada y la otra para establecer una video conferencia entre el profesor y el estudiante. La conexión entre el Wiimote y el computador es realizada por bluetooth (figura 2).

Figura 2. Arquitectura modelo síncrono, alumno a la izquierda, profesor a la derecha



La arquitectura para el modelo asíncrono simplemente consiste en un computador y una cámara web usada para el reconocimiento del marcador de realidad aumentada. Con estos componentes El alumno puede consultar el material de la clase e interactuar con el desde su hogar. En ambas arquitecturas el uso del WiiMote es opcional para el alumno, el sistema esta diseñado de forma que puede ser utilizado solamente con el mouse y teclado pero como se verá mas adelante su uso es deseado (ver figura 3).

Figura 3. *Arquitectura modelo asíncrono*



3.4 Software

El lenguaje de programación seleccionado para el desarrollo de EducAR es Java/Processing, principalmente para que la aplicación pueda ser implementada en forma de applet dentro de cualquier sistema o plataforma de educación virtual. Para poder utilizar realidad aumentada basada en marcadores se selecciono el Toolkit de realidad aumentada NyARToolkit (Nyatla, 2009) el cual es un conjunto de clases y librerías derivadas del framework de C/C++ ARToolkit (Kato, H & Billinghurst, M, 2009) Que permiten el reconocimiento y tracking de marcadores sencillos en blanco y negro con una gran exactitud.

Para el control interno del acelerómetro del Wiimote y de su cámara infrarroja se utilizo la librería para Processing Wrj4P5 (Classicll, 2008). Con la cual se lograron implementar los mecanismos de control, interacción y control de eventos del Wiimote. Para el desarrollo del intercambio de mensajes vía UDP entre los computadores se utilizo la librería Hypermedia (Stephane Cousot, 2009). Logrando un trafico de datagramas al cargar la aplicación y cada vez que ocurría un evento, de este modo cualquier cambio en el modelo 3D del profesor o del alumno era reflejado en el modelo 3D de la otra persona. Generando una interacción colaborativa entre los participantes.

3.5 Modelos de química orgánica

Los modelos 3D utilizados fueron creados utilizando una adaptación de la librería Jmol (A. Herráez, 2006) para processing. Esta librería permite graficar moléculas y

compuestos químicos empleando primitivas 3D. A partir de archivos de texto plano .mol los cuales contienen información sobre los átomos, sus enlaces, conectividad y coordenadas 3D.

Gracias a esto EducAR puede graficar casi cualquier compuesto reportado, desde simple moléculas de pocos átomos, hasta largas cadenas orgánicas, sin ver afectado su rendimiento y sobre todo sin necesidad de tener que emplear programas de diseño 3D externos a la aplicación para la creación de cada modelo. Esto facilita la labor del docente especialmente en la parte de preparación de las clases y lecciones.

3.6 Interacción

Se diseñó un modelo de interacción para el usuario destinado a la manipulación de los modelos 3D generados con realidad aumentada de forma práctica pero a la vez entretenida.

Esto se hace para llamar la atención del usuario e invitarlo a explorar los conceptos expuestos con mayor detenimiento mejorando la apropiación de estos. Para esto se definieron los mecanismos de interacción de la siguiente manera:

- Rotación: utilizando el acelerómetro del Wiimote se pueden rotar los modelos 3D en los 3 ejes, cada eje tiene un gesto independiente y una posición común en la que no hay ninguna rotación para evitar errores indeseados. La rotación inicia cuando se gira el control 90 grados en la posición deseada como indican las figuras 4, 5, 6. Una vez ubicado el Wiimote en la posición de rotación el modelo 3D girará constantemente mientras este continúe en esa posición; al ubicar el Wiimote en la posición contraria se generará una rotación en la dirección opuesta.

Figura 4. rotación del modelo en el eje X, a) rotación en dirección positiva, b) posición neutra, c) rotación en dirección negativa

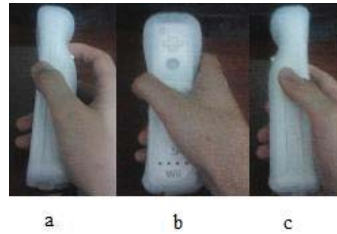


Figura 5. rotación del modelo en el eje Y, a) rotación en dirección positiva, b) posición neutra, c) rotación en dirección negativa

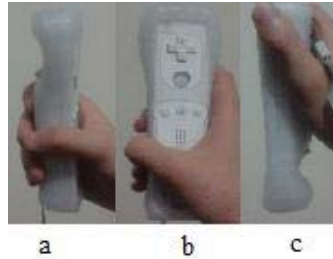
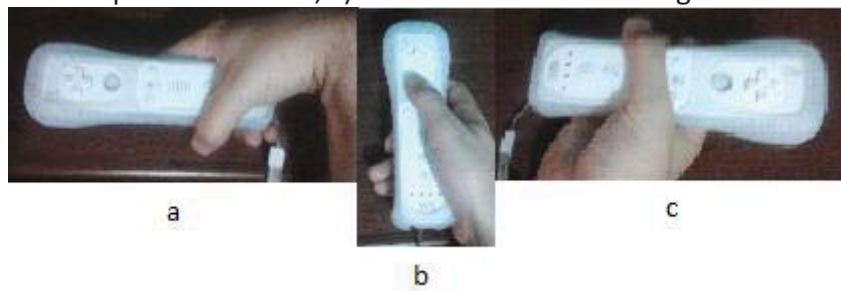


Figura 6. rotación del modelo en el eje Z, a) rotación en dirección positiva, b) posición neutra, c) rotación en dirección negativa



- Selección: utilizando la cámara infrarroja ubicada en el Wiimote se puede distinguir y rastrear la luz generada por un led infrarrojo, obteniendo las coordenadas del led con respecto a la cámara del Wiimote. Estas pueden ser convertidas a coordenadas 2D en un rango correspondiente al tamaño de la ventana de la aplicación para posteriormente mover el puntero del mouse a estas coordenadas.

Al realizar esto de forma constante, se obtiene un buen mecanismo para mover el mouse con el Wiimote, el cual presenta buena estabilidad y un rango aproximado de un metro con un solo led infrarrojo. (ver figura 7) Para realizar la acción del click, se emplea el botón B (gatillo) del Wiimote el cual es ergonómicamente mas apropiado para esta acción.

Figura 7. Selección con el Wiimote apuntando a una serie de leds infrarrojos



4. EVALUACIÓN

Se realizó una prueba de tipo "between subjects" en la que intervinieron 20 usuarios de ambos géneros con edades entre 21 y 36 años, los usuarios exploraban el sistema por 1 minuto y posteriormente participaban en una corta clase de 5 minutos de introducción a la química orgánica en la que se les explicaba los conceptos de tipos de enlace, enlace simple, doble, triple, nomenclatura y formación de alcoholes utilizando la aplicación EducAR en forma síncrona.

Los estudiantes interactuaban con el profesor por medio de videoconferencia, mientras que podían manipular al mismo tiempo los modelos 3D de las moléculas. Un grupo de usuarios interactuó con el sistema utilizando el Wiimote y otro empleando mouse y teclado. Después cada usuario respondía 3 preguntas de química orgánica referentes a la clase que escucharon y respondían una breve encuesta sobre su experiencia con el sistema en la que calificaban de 1 a 10 los siguientes aspectos claves: desempeño, entretenimiento, utilidad, facilidad de rotación, selección, zoom, pertinencia y necesidad.

4.1 Resultados

A continuación se presentan los resultados promedio de la encuesta realizada a los 20 participantes al terminar la prueba de usuarios y los porcentajes de preguntas correctas (tabla I). Las calificaciones son de 1 a 10 siendo 1 el peor valor y 10 el máximo.

Tabla I: calificaciones prueba de usuarios y porcentajes preguntas correctas

	Wiimote	Mouse - teclado
Desempeño	7,4	7.2
Entretenimiento	7.8	6.6
Utilidad	9.2	8.4
Facilidad rotación	7.4	6.4
Facilidad selección	8	8
Facilidad zoom	6.6	8.2
Pertinencia	7.5	7.4
Necesidad	8.9	8.1
Porcentaje preguntas correctas	91.6 %	80 %

Como se puede determinar al observar los componentes de desempeño, utilidad y necesidad, en la mayoría de casos los usuarios prefieren utilizar EducAR empleando el Wiimote en lugar del sistema con mouse y teclado. Exceptuando la acción del zoom la cual varios usuarios no encontraron placentera.

Adicionalmente los usuarios a pesar de solamente haber recibido una lección de 5 minutos, obtuvieron muy buenas calificaciones en las preguntas de química orgánica los usuarios que utilizaron el sistema en combinación con el WiiMote obtuvieron un 91.6% de las preguntas correctas mientras que los que usaron el sistema interactuando con el mouse y teclado obtuvieron un 80% de las preguntas correctas. Ambos puntajes son lo bastante altos como para demostrar que la aplicación favorece la apropiación de nuevos conceptos.

La interacción utilizando el mouse y teclado mostro que la aplicación puede ser utilizada con las técnicas convencionales de interacción aunque no mostro ser tan entretenida. Esto es un factor a considerar teniendo en cuenta que el publico objetivo de la aplicación son estudiantes de educación media y primeros semestres de universidad los cuales en ocasiones deben ser motivados para que exploren los temas y contenidos de las lecciones.

5. CONCLUSIONES

La creación de una aplicación que emplea un modelo de comunicación para educación virtual utilizando realidad aumentada colaborativa y una técnica de interacción basada en el Wiimote tuvo gran acogida por los usuarios. Ya que mejora la apropiación de conceptos, al facilitar la manipulación de modelos 3D, y proveer un ambiente de aprendizaje virtual apropiado.

El uso de la realidad aumentada tiene un efecto positivo, en el experimento realizado los estudiantes pueden sentir que los conceptos son mas accesibles y cercanos, aumentando su interés por los temas tratados. El uso del Wiimote, facilita la interacción con los modelos 3D, en especial para la rotación y tiene una capacidad similar a la provista por el mouse.

Adicionalmente el sistema garantiza bajos costos ya que puede ser usado desde la mayoría de computadores actuales sin comprometer su rendimiento y la necesidad de componentes externos es mínima (cámara web, marcadores de papel). El uso del WiiMote es opcional aunque deseable, sin embargo se pueden investigar otras técnicas de interacción, que no generen costos adicionales y creen un nivel de entretenimiento igual o similar

6. TRABAJO FUTURO

A partir de la retroalimentación conseguida y los resultados de la prueba de usuarios se considera necesario rediseñar el mecanismo de zoom con el Wiimote. Implementando otro gesto distinto o utilizando los botones del WiiMote.

El mecanismo de rotación en la interacción con el mouse y teclado también debería ser rediseñado. Todo esto para que la interacción sea mas natural para el usuario y no se requiera prácticamente ningún tipo de entrenamiento previo.

Adicionalmente sería recomendable probar la aplicación EducAR en otros ambientes y escenarios: educación asíncrona de tipo autónoma, educación síncrona pero con múltiples alumnos conectados al tiempo y educación presencial utilizando EducAR como un complemento multimedia en las clases.

REFERENCIAS

- Cabero. (2007). Bases pedagógicas del e-learning. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, no. 6.
- Carmigniani. et al. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, [Online]. Available: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. Media, vol. 6, no. 4, pp. 355–385.
- Kerawalla, L. et al. (2006). making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. Virtual Reality, vol. 10, no. 3, pp. 163–174.
- Nuñez, M. et al. (2008). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. Proceedings of the 5th WSEAS/IASME international conference on Engineering education, pp. 271-277.
- Chen, Y.C. (2006). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications, pp. 369-372.
- Fjeld, M. et al. (2007). Tangible user interface for chemistry education: comparative evaluation and re-design. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp. 805-808.
- Fjeld, M. and Voegtli, B.M. " Augmented chemistry: An interactive educational workbench" in Mixed and Augmented Reality, 2002. ISMAR 2002. Proceedings. International Symposium, pp. 259-321, 2002

Asai, K. & Takase, N. "Learning Molecular Structures in a Tangible Augmented Reality Environment" in International Journal of Virtual and Personal Learning Environments (IJVPLE) vol. 2, no. 1, pp. 1 - 18, 2011.

Nyatla. (2009). Nyartoolkit Project. [Online]. Available: <http://www.nyatla.jp/nyartoolkit/wp/> , 2009

Kato, H & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. Augmented Reality, 1999.(IWAR'99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on. IEEE pp. 85–94.

Classicll. (2008). Wrj4p5 processing library. [Online]. Available: <http://sourceforge.jp/projects/wrj4p5/> .

Stephane Cousot. (2009). Udp processing library. [Online]. Available: <http://ubaa.net/shared/processing/udp/> .

Herráez, A. (2006). Biomolecules in the computer: Jmol to the rescue. Biochemistry and Molecular Biology Education, vol. 34, no. 4, pp. 255–261.