

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA GENERAL EN INGENIERÍA

Andrea Arias Padilla - Universidad de La Frontera - andrea.arias@ufrontera.cl

Tania Tapia Opazo - Universidad de La Frontera - tania.tapia@ufrontera.cl

Pablo Acuña Mardones - Universidad de La Frontera-Chile - pablo.acuna@ufrontera.cl

Diego Acuña Mardones - Universidad de La Frontera-Chile - diego.acuna@ufrontera.cl

RESUMEN

La química es una ciencia básica que incluye conceptos abstractos, fenómenos y objetos que no pueden verse a simple vista, esto dificulta que todos los estudiantes puedan lograr aprendizajes realmente significativos y se motiven en el aprendizaje de esta ciencia.

Por lo anterior, este trabajo propone como objetivo general el diseño de una aplicación móvil con tecnología de Realidad Aumentada (RA) para ser implementada como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General en carreras de ingeniería de la Universidad de La Frontera.

La propuesta, se presenta en una primera etapa de diseño del prototipo de aplicación móvil con uso de RA en la temática de *Equilibrio ácido-base*, utilizando el motor de videojuegos multiplataforma Unity y el SDK de Vuforia. Y una segunda etapa de prueba de la aplicación, donde además se aplicó una medición de percepción. En esta última, los estudiantes manifestaron una gran aceptación de la aplicación, además de señalar que la incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la química permite una mayor motivación e interés en la clase.

PALABRAS CLAVES: Tecnología de Realidad Aumentada, TIC, Enseñanza de la química, Aprendizaje activo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las ciencias básicas son fundamentales en la formación integral de un ingeniero, por lo que la didáctica de las ciencias tiene la responsabilidad de provocar profundos cambios en los diferentes elementos del currículum y la metodología de la enseñanza, con el fin de lograr que los cursos se desarrollen vinculados con la realidad y que los estudiantes aprendan lo indicado (Torres, 2010).

La química, es una ciencia con características propias, con métodos basados en el análisis y la síntesis, que debe ser razonada y no aprendida de memoria; una sólida base teórica y la resolución de problemas resulta imprescindible. El docente entonces, debe orientarse a desarrollar las habilidades y destrezas en el aprendizaje de los estudiantes para acrecentar el interés y la motivación (Antezana, 2009).

Es en este contexto, que la actividad docente debe priorizar la incorporación de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje y así estimular la participación activa de los estudiantes y

mejorar sus rendimientos. Para tener éxito en este proceso, no sólo basta con mostrar un contenido desde otro ángulo, sino que, además es necesario considerar los distintos tipos de aprendizaje que posee cada estudiante (Acevedo *et al*, 2015).

El informe HORIZON de 2010, describe las tecnologías emergentes que tendrán un fuerte impacto en la docencia, el aprendizaje o la investigación creativa en facultades y campus universitarios en los próximos años, se incluye la Realidad Aumentada (RA) prediciendo un horizonte de implantación de pocos años y considera que tiene un gran potencial para proporcionar tanto experiencias de aprendizaje contextual e in situ valiosas, como de exploración y descubrimiento fortuito de la información conectada en el mundo real (Martínez y *col.*, 2017).

La Realidad Aumentada (RA) es la combinación de ambientes reales, a los cuales se incorpora información en formato digital con el fin de ampliar lo que nuestros sentidos captan sobre situaciones de la realidad. Esto se puede visualizar en una pantalla donde se mezclan la realidad captada por una cámara (en tiempo real) y la información virtual creada previamente y sincronizada a través de marcas (p. ej., tarjetas con dibujos o diagramas en blanco y negro) o por posicionamiento geográfico (vinculado al uso de internet) (Merino y *col.*, 2016).

Entre las ventajas que Merino y *col.* (2016), han identificado con el uso de la RA, se puede mencionar:

- a) Facilita la enseñanza de conceptos abstractos, fenómenos y objetos que no pueden verse a simple vista.
- b) Permite establecer un puente entre los conceptos teóricos y la realización física de los experimentos con los dispositivos reales.
- c) Los estudiantes, al interactuar con RA, movilizan los mismos recursos cognitivos que usarían para el tratamiento con objetos de la vida real, centrando su atención en el objeto de aprendizaje y no el objeto mediador.

Por lo anterior, este trabajo tiene como objetivo presentar el diseño de una aplicación móvil con tecnología de RA para ser utilizada como estrategia pedagógica en el proceso enseñanza aprendizaje de química general, que permita a los estudiantes de primer año de Ingeniería generar una participación más activa en clases, estimular el trabajo en equipo y por consiguiente tener una mayor y mejor aprobación de la asignatura.

DESARROLLO

La propuesta de diseño de la aplicación móvil con tecnología de RA se plantea en tres etapas:

1. Elección del contenido de química:

Para determinar en qué contenidos enfocar el diseño de la aplicación, se consideraron los resultados de los diagnósticos de ciencias básicas que los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería y Ciencias deben rendir al ingresar a la universidad.

El *Diagnóstico de Química* corresponde a una prueba de 30 preguntas de selección múltiple, con cuatro alternativas de respuesta en donde una es la correcta. Se estructura considerando cinco grandes dimensiones asociadas a conceptos básicos de química: (1) Teoría atómica y estructura electrónica, (2) Tabla periódica y sus propiedades, (3) Reacciones químicas y estequiometría, (4) Propiedades de las soluciones, (5) Equilibrio ácido-base.

El instrumento de evaluación se elaboró en conjunto con un grupo de académicos especialistas en el área y así dar validez curricular al instrumento. De esta manera el test puede ser considerado objetivo.

Los datos recogidos se analizaron descriptivamente de acuerdo a una escala de dos niveles: **acierto** que corresponde a un desempeño en acuerdo con los significados científicos, y **error** que corresponde a un desempeño en desacuerdo con los significados científicos de los conceptos.

2. Diseño del prototipo de aplicación móvil:

El diseño de aplicación móvil de RA se realizó de acuerdo a las siguientes etapas:

- Generación de modelos tridimensionales que representen los contenidos requeridos en *soluciones indicadoras* utilizando el Software BLENDER.
- Elaboración de marcadores de reconocimiento de patrones para los modelos tridimensionales. - Programación de las interacciones entre los modelos tridimensionales a través del Motor Gráfico UNITY y el SDK de VUFORIA.
- Generación de aplicación móvil de RA en contenidos de Química General.

3. Prueba piloto:

Una vez diseñado el prototipo se realizó una prueba piloto de acuerdo a los siguientes pasos:

- Se aplicó un diagnóstico (encuesta) asociado al uso de TIC.
- Se descargó en los móviles (smartphones, con sistema operativo Android) el App.
- Se entregaron instrucciones generales de la actividad y una guía de trabajo.
- Se realizaron comentarios generales del uso de la aplicación.

RESULTADOS

1. Elección del contenido de química:

El diagnóstico de química fue respondido por 570 estudiantes ingreso 2018. Según el análisis de los resultados, en promedio los estudiantes presentaron un 50,96% de aciertos en sus respuestas. En la Tabla N° 1, se presentan los rendimientos según dominios conceptuales (taxonomías) donde se observa que los contenidos más débiles se asocian a las temáticas de *Equilibrio Ácido-base*, presentando un 48,07% de aciertos.

Tabla N° 1. Rendimiento diagnóstico de química ingreso 2018 (Fuente: elaboración propia).

TAXONOMÍA	ACIERTOS
1. Teoría atómica y estructura electrónica	53,24%
2. Tabla periódica y sus propiedades	50,02%
3. Reacciones químicas y estequiometría	51,35%
4. Propiedades de soluciones	52,12%
5. Equilibrio ácido-base	48,07%

De acuerdo a estos resultados, se determinó desarrollar el prototipo de RA en torno a la unidad temática de *Equilibrio Ácido-base*, particularmente en el contenido de *Indicadores de pH*.

2. Diseño del prototipo de aplicación móvil:

2.1 Materiales

- *Desarrollo de la aplicación:*

Se utilizó el motor de videojuegos multiplataforma Unity y el SDK de Vuforia, el kit de desarrollo de software de RA. En Unity se diseñó la mecánica de funcionamiento de la aplicación. Por su parte, Vuforia se utilizó para calcular la posición de un marcador a través de la cámara del smartphone e integrar los objetos tridimensionales en la escena. Cuando el marcador es detectado por la cámara, la fusión del mundo real y los objetos virtuales se muestra en la pantalla del smartphone.

- *Marcadores:*

Para la activación de los elementos virtuales se utilizó un marcador NFT (Natural Feature Tracking o Seguimiento de Características Naturales, que en nuestro caso, luego de diferentes pruebas de estabilidad, velocidad de reconocimiento y oclusión, se seleccionó la fotografía de un líquen rojo (Figura N° 1) (organismo que surge de la simbiosis entre un hongo y un alga), esto dado las características de la imagen, debido a que no corresponde a un patrón repetitivo y sus componentes son perfectamente distinguibles unos de otros.



Figura N° 1. Marcador NFT (Fuente: propia).

Por otra parte, el marcador fue impreso en un material opaco, para que no interfiriera el reflejo de la iluminación. Además, se optó por proporcionar este marcador en un tamaño menor, 6 x 6 cm, para que se adecuara al campo de visión de la cámara del smartphone y fuera fácilmente manipulable para el usuario.

- *Funcionalidad de la aplicación:*

Para controlar las secuencias de animación y el acceso a menús, se programaron scripts en el lenguaje de programación orientado a objetos C#. Se compiló la aplicación en formato apk, para el sistema operativo Android desde la versión 4.1 "Jelly Bean". La Figura N° 2 muestra el flujo de trabajo del diseño de la aplicación.



Figura N° 2. Flujo de trabajo del diseño (Fuente: elaboración propia).

2.2 Diseño del experimento virtual

El prototipo representado virtualmente, corresponde a la utilización de *Indicadores de pH*; para tales efectos, un marcador impreso presentado frente a la cámara de un smartphone, activa la visualización de un objeto 3D (vaso precipitado), al cual a través de botones ubicados en un menú lateral se le incorporan cuatro soluciones representativas en concentración 0,1 M (ácido clorhídrico, ácido acético, hidróxido de sodio, bicarbonato de sodio) tal como se muestra en la Figura N° 3. Por otra parte, un pHmetro virtual, cuyo electrodo es posicionado en el líquido, permite medir el pH teórico de la solución.



Figura N° 3. Visualización inicial de la aplicación (Fuente: elaboración propia).

La siguiente etapa fue la incorporación al prototipo de las soluciones indicadoras de pH, para ello se seleccionaron 3 indicadores: fenofaleína, naranja de metilo y azul de timol (Tabla N° 2). Lo anterior, se realizó considerando soluciones indicadoras con virajes de color en medio ácido y básico claramente observables.

Tabla N° 2. Intervalo de viraje de color de indicadores (Fuente: elaboración propia).

Solución	pH	Fenolftaleína (pH 8,2-10,0)	Azul de timol (pH 8,0-9,6)	Naranja de metilo (pH 3,1-4,4)
Ácido clorhídrico, HCl	1,1	Incoloro	Rojo	Rojo
Ácido acético, CH ₃ COOH	2,9	Incoloro	Rojo	Rojo
Bicarbonato de sodio, NaHCO ₃	8,0	Magenta	Azul	Amarillo
Hidróxido de sodio, NaOH	12,9	Magenta	Azul	Amarillo

El indicador se agregó al prototipo a través de la activación de una animación por medio de botones ubicados en un menú lateral derecho, tal como se muestra en la Figura N° 4.



Figura N° 4. Incorporación de indicadores de pH a la aplicación (Fuente: elaboración propia).

2.3 Elementos virtuales

Para crear los modelos 3D que fueron incorporados en la escena, se utilizó el software libre Blender 2.79 y para el diseño de texturas el software libre de edición de imágenes GIMP.

3. Prueba piloto:

Se realizó una prueba piloto del prototipo para poder incorporar los ajustes necesarios al diseño de la aplicación. En esta prueba piloto participaron de forma voluntaria estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera, los cuales debían utilizar dispositivos móviles (smartphones) con sistema operativo Android, para visualizar la actividad práctica virtual.

En primera instancia, se aplicó a los estudiantes un diagnóstico asociado al uso de TIC (encuesta de 7 preguntas). La encuesta mostró que el 83,33% de los estudiantes conoce las TIC y que las más utilizadas por ellos son: Word, Powerpoint, Excel, Google drive, Dispositivos móviles y Notebook. Sin embargo, solo el 33,33% señala conocer la tecnología de RA y en general la asocian solo a actividades de entretenimiento o recreativas, no a contextos educativos o de aprendizaje.

En una segunda etapa, los estudiantes bajaron la aplicación en sus dispositivos móviles y luego con el uso de un marcador pudieron activar los elementos virtuales del diseño. Durante la actividad, los estudiantes debieron completar una guía de trabajo asociada al contenido, como se muestra en la Figura N° 5.



Figura N° 5. Prueba piloto de la aplicación (Fuente: propia).

Finalmente, los estudiantes al terminar el pilotaje realizaron comentarios respecto a la actividad (pregunta abierta al final de la guía de trabajo). Al analizar las respuestas, se observó que todos los estudiantes opinaron que la actividad fue interesante y que generó una dinámica más activa con sus compañeros: (1) *“La actividad es novedosa, genera interés y motivación por realizarla”*, (2) *“Es maravillosa la aplicación”* y (3) *“Me pareció interesante, bonita y llamativa. El que sea del tipo realidad aumentada la hace mucho más novedosa e interactiva”*.

Además, los estudiantes señalan que la aplicación con uso de tecnología de RA es adecuada como herramienta de aprendizaje en contenidos de química, reflejado de manera descriptiva en sus comentarios: (1) *“La actividad me parece muy entretenida y un buen acercamiento para los estudiantes que no tengan clases en laboratorio”*, (2) *“La encuentro muy útil, ya que es fácil de entender cómo se produce el cambio de color en los indicadores dependiendo del pH”* y (3) *“Es una actividad muy entretenida, permite observar claramente los cambios de color cuando se mezcla un indicador con una solución determinada”*. Esto concuerda con estudios en asignaturas de química a nivel universitario donde se aplicó tecnología de RA y la valoración de los estudiantes fue positiva, ya que la misma contribuyó a incrementar el interés y comprensión de los contenidos fundamentalmente en la representación de estructuras moleculares, orbitales y elementos de simetría (Martínez y col., 2017).

Todo lo anterior, coincide con lo señalado por Saidin *et. al.* (2015) referente a que la tecnología RA tiene un potencial positivo y ventajas que se pueden adaptar en la educación para hacer que el proceso de aprendizaje sea más activo, efectivo y significativo. Esto debido a que genera una mayor disposición de los estudiantes a participar activamente en sus estudios, involucra a los estudiantes en los procesos de aprendizaje y ayuda a mejorar sus habilidades de visualización. Sin embargo, existen limitaciones

en el uso de esta tecnología y se relacionan principalmente con problemas técnicos y con la necesidad de actualización permanente de los docentes.

CONCLUSIONES

Se logra diseñar una aplicación móvil con uso de tecnología de RA en la temática de Equilibrio ácido-base, utilizando el motor de videojuegos multiplataforma Unity y el SDK de Vuforia.

Según la prueba piloto de la aplicación móvil, es posible apreciar una muy buena recepción de la estrategia por parte de los estudiantes, lo que incide en una mayor motivación e interés en el proceso de aprendizaje de la química.

A pesar de estar en una era muy tecnológica, sorprende que un porcentaje muy bajo de estudiantes conozca las tecnologías de RA, y de ellos ninguno la asocie a contextos educativos o de aprendizaje.

Esta propuesta didáctica representa un cambio importante respecto a experiencias pasadas en cursos tradicionales de química, sin embargo, se requiere que el docente disponga de un mayor tiempo de dedicación y constante actualización.

Se proyecta implementar esta estrategia pedagógica a partir del segundo semestre 2018 en las carreras de Ingenierías Civiles e Ingeniería en Construcción de la Universidad de La Frontera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo y financiamiento para su proyecto de parte de:

La Vicerrectoría de Pregrado de la Universidad de La Frontera.

Actual proyecto financiado por el *Fondo Proyectos de Desarrollo e Innovación Docente en el Pregrado*, DID18-0030.

La Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera.

Primer Fondo Concursable de Creación e Investigación Formativa en Ciencias e Ingeniería, Ayuda Tipo C.

REFERENCIAS

Acevedo D., Cavadia S. y Alvis A. (2015). "Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia)". *Formación Universitaria* Vol. 8(4), 15-22.

Antezana, V. (2009). "La química en la enseñanza de las ingenierías". *Journal Boliviana de Ciencias*, Vol. 6, N°18.

Martínez H., García C., Escalona C. (2017) "Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel Universitario". *Rev. Cubana Quím.* Vol. 29(1), enero-abril, 13-25, e-ISSN: 2224-5421.

Merino C., Pino S., Meyer E., Garrido J. y Gallardo F. (2016). "Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química". *Educación Química*. Vol. 26(2), 94-99.

Saidin N.F., Abd N. D. & Yahaya N. (2015). "A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications". *International Education Studies. Canadian Center of Science and Education*. Vol. 8(13).

Torres, M. (2010). "La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas". *Revista Electrónica@Educare*, Vol. XIV(1), 131-142.