



Aplicación de Realidad Aumentada para Laboratorios de Química

Augmented Reality Application for Chemistry Laboratories

Diógenes Hernández^{1,2}, Elizabeth Bottner², Fernando Cataldo^{1,2} y Eduardo Zaragoza³

Recepción: 19-12-2018

Aceptación: 04-05-2021

Resumen

El uso de la realidad aumentada como una tecnología emergente es muy eficiente para lograr interés de parte de los estudiantes, sobre todo en el caso de la Química que es una ciencia que, por su naturaleza requiere ser tratado de un modo teórico y experimental, pero este último aspecto no siempre es factible de realizar en la extensión y profundidad necesaria con los(as) alumnos (as).

Con este fin, es que, la investigación aquí realizada, consistió en desarrollar mediante realidad aumentada, tres experiencias de laboratorio que son comunes para todos los cursos de Química General, con el objeto de que los(as) alumnos (as) pudiesen realizar prácticas utilizando sus diferentes dispositivos digitales (Tablet, celulares y computadoras), para comprender mejor los contenidos tratados en el aula, por medio de los recursos virtuales y lúdicos.

Los resultados demostraron que un 91% de los alumnos y alumnas de las carreras de Ingeniería civil Mecánica e Ingeniería civil Mecatrónica, se sintieron familiarizados con esta potente herramienta informática, ya que es fácil de trabajar y muy interactiva, no haciendo tan necesario disponer de un laboratorio de Química, ya que utilizando esta tecnología es posible simular un proceso químico para demostrar muchas de las teorías del aula.

Palabras clave:

Realidad aumentada; Experiencias simuladas; laboratorio de química; didáctica en aula; Enseñanza de la química.

Abstract

The use of augmented reality as an emerging technology is very efficient to achieve interest from students, especially in the case of chemistry which is a science that, by its nature, needs to be treated in a theoretical and experimental way, but this last aspect is not always feasible to do in the necessary extension and depth with the students.

Therefore, the research carried out here consisted of developing, through augmented reality, three laboratory experiences that are common to all general chemistry courses, so that students could carry out practices using their different digital devices (tablet and cell phones), to better understand the contents treated in the classroom, through virtual and recreational resources.

The results showed that 91% of students in the careers of Mechanical Engineering Mechanics and Civil Engineering Mechatronics, they felt familiar with this powerful computing tool, since it is easy to work, very interactive is not as necessary as a chemistry lab. It is possible to use a chemical process to demonstrate and experience many of the classroom theories.

Keywords:

Augmented reality; simulated experiences; chemistry laboratory; didactic in the classroom; teaching chemistry.

¹Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile. Contacto: dhernandez@utalca.cl

²Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile.

³Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco, Universidad de Guadalajara.

Introducción

La secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) es el conjunto de actividades organizadas y sistematizadas que permiten abordar y resolver un problema científico a nivel curricular (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2003). Para lograr estos resultados los docentes en el aula ponen a disposición todos los materiales y recursos disponibles hoy en día para estos fines, tales como videos, simulaciones, prácticas de laboratorio entre otras (Merino, Pino, Meyer, Garrido, Gallardo, 2015). Es por ello que, en la química a través de símbolos, diagramas moleculares, ecuaciones de reacciones químicas entre otros, se busca comprender los cambios y transformaciones de la materia, buscando incluso vislumbrar la parte invisible de la materia (Martínez-Hung, García-López, Escalona-Arranz, 2017)

Sin embargo, a pesar de utilizar todos estos procesos, no siempre se logra hacer comprender la totalidad de los contenidos tratados en las aulas, por parte de los(as) alumnos (as), dejando al educando con vacíos cognitivos y procedimentales en temas importantes de los planificados en los sistemas educativos (Busquets, Silva, Larrosa, 2016). Este proceso genera consecuencias que afectan directamente el desarrollo intelectual de los estudiantes, reflejado en los altos índices de deserción, la repitencia y el bajo rendimiento académico (Bustos, 2007).

Una forma quizás de abordar estos temas es seguir mejorando en técnicas y procedimientos que permitan, por un lado, al docente entregar de forma más clara los contenidos tratados en el aula y por otra parte permita al alumno y alumna comprender mejor dichos contenidos. Dichas técnicas y procedimientos hoy en día se acercan a los avances tecnológicos que han surgido en los últimos tiempos, donde uno con un gran potencial es la realidad aumentada (Merino, Pino, Meyer, Garrido, Gallardo, 2015; Busquets, Silva, Larrosa, 2016). Ya que la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aula es un proceso que se está incrementando de manera acelerada a nivel mundial, siendo una expresión global de lo educativo. (Arancibia, Cárcamo, Contreras, Scheihing, Troncoso, 2014; Díaz-Barriga, 2013)

La realidad aumentada como técnica, corresponde a la combinación de ambientes reales con la incorporación de información en formato digital, ampliando de esta manera lo que nuestros sentidos captan sobre situaciones de la realidad, combinando así dos mundos de manera simultánea: el real y el virtual, requiriendo para ello computadores o teléfonos inteligentes convencionales con capacidades de cómputo y recursos informáticos disponibles en programación, lográndose hoy en día usar esta metodología en muchos espacios donde la visualización es necesaria o conveniente (Ortiz, 2011). En el mismo sentido es que diversos investigadores han permitido que esta tecnología alcance cierto nivel de protagonismo en procesos educativos, es el caso especialmente de la química, donde Merino, Pino, Meyer, Garrido, Gallardo, (2015), propone mejorar una secuencia de conexión entre los aspectos teóricos y los experimentales; Martínez-Hung, García-López, Escalona-Arranz, 2016), proponen moléculas complejas diseñadas bajo esta metodología para estudiantes de Química y Farmacia.

El objetivo de este trabajo es crear y simular experiencias de laboratorios utilizando programación de realidad aumentada, como complemento para enseñar de manera didáctica los contenidos teóricos tratados en la asignatura de química. Ya que las ciencias experimentales, dicen que los contenidos que se tratan en el aula (conceptos teóricos como leyes y teorías), se deben experimentar, por lo tanto, sino están las condiciones estructurales

(laboratorios) o las experiencias son muy complejas ya sea por que son muestras escasas, o muy costosas etcétera, para que el alumno (a) las experimente, lo que transforman a la realidad aumentada en una herramienta importante en la asignatura de Química.

2. Materiales y Métodos

La metodología empleada fue desarrollar diferentes experimentos que apoyen directamente el currículo de Química General, donde por medio de fichas programadas a través de realidad aumentada, se simulará en tiempo real el procedimiento a realizar en un laboratorio.

- Se seleccionaron 3 experimentos comunes de laboratorio que se ocupan en química general, para explicar los principios básicos de la ley de conservación de la materia, temperatura de ebullición y titulación ácido-base.
- Seleccionados los experimentos, se realizó una selección de materiales y reactivos, los cuales primero que nada fueron modelados en 3D, utilizando el software de Blender versión 2.79.
- Modelados los materiales, se construyó una ficha para cada uno de ellos (ver imágenes), la cual se imprimió y se llevó a un modelo físico.
- Luego se utilizaron los softwares de UNITY3D versión 2017.1.6, para poder programar los eventos e interactuar con los objetos de cada una de las experiencias, además se utilizó el software de Vuforia que es un SDK, con un conjunto de librerías que ayudaron a realizar la visualización de la realidad aumentada. A continuación, a través de la cámara de un dispositivo como un Celular, Tablet o webcam de un computador se identificaron cada una de las fichas programadas en cada secuencia y que las transforma en realidad aumentada en 3D.
- Las secuencias de la unión de las fichas para ir viendo paso a paso la experiencia en cuestión se seleccionaron de acuerdo con el movimiento que se deseaba darle al objeto.
- Las experiencias programadas y probadas se guardaron dentro de una aplicación (QUÍMICA AR), la cual puede ser instalada en cualquier dispositivo y sistema operativo (IOS y Android) para ser mostrada en el aula, una vez impresa las fichas que para cada experimento se especifiquen.

2.1. Experiencias simuladas en realidad aumentada

Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3:
Temperatura Ebullición	Ley de conservación de la materia Masa (Lavossier)	Titulación ácido-base
Materiales y reactivos: Vaso precipitado 250 mL Trípode Termómetro Mechero Bunsen	Materiales y reactivos: Matraz Erlenmeyer Un globo Balanza Espátula Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃) Ácido clorhídrico (HCl) concentrado Pipetas de 5 y 10 mL	Materiales y reactivos: Matraz de aforo de 100 mL Matraz Erlenmeyer de 50 mL Bureta de 50 mL Espátula o cuchara Pipeta de 10 mL Ácido clorhídrico (HCl) Hidróxido de sodio (NaOH) Indicador de fenoltaleína

Procedimiento
Tome un vaso precipitado de 250 mL y agregue con una pipeta 10 mL agua destilada. Coloque el vaso sobre un trípode e introduzca en su interior un termómetro. Posteriormente coloque el trípode y el vaso, sobre un mechero de Bunsen. Encienda el mechero y comience a calentar, hasta cuando observe burbujas en el vaso (hervir) y registre que la temperatura es constante.

Procedimiento:
En un matraz de Erlenmeyer de 50 mL, agregue 5 mL de HCl concentrado y finalmente 40 mL de agua destilada.
En un globo agregue en su interior con una espátula 5 g NaHCO₃ pesados en una balanza (M₀). Tome el globo y el matraz por separado y únalos, luego colóquelos sobre una balanza para determinar su masa (M₁).
Tome el globo que esta unido al matraz e inviértalo para que el NaHCO₃, caiga sobre el HCl contenido en el matraz, formando la siguiente reacción:
$$\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{CO}_{2(\text{gas})}$$

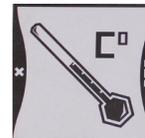
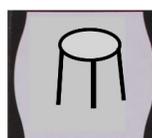
Deje reaccionar hasta el final y observe la masa de la balanza (M₂). Compare ambos valores de masas M₁ con M₂, dando se observará que son exactamente iguales, quedando comprobada de esta forma la ley de Lavossier.

Procedimiento
En un matraz de aforo de 100 mL prepare una solución de NaOH 1,0 M con agua destilada. Para ello tome con una espátula 4 g de NaOH y agréguelos al matraz de aforo de 100 mL, luego vierta agua hasta los 100 mL.
En un segundo matraz de aforo de 100 mL prepare una solución de HCl 1,0 M (d= 1,19 g/cm³ y p/p= 37) con agua destilada. La preparación se realiza tomando con una pipeta 8,29 mL de ácido concentrado y agregándolos al matraz de aforo de 100 mL, luego se adiciona agua hasta completar los 100 mL.
Instale una bureta sujeta a un soporte universal y agregue 50 mL del NaOH 1,0 M preparado anteriormente.
En un matraz de Erlenmeyer de 50 ml agregue con una pipeta 10 mL de la solución de HCl preparada, más 5 gotas de indicador de fenolftaleína y colóquelo bajo la bureta.
Posteriormente deje caer gota a gota el NaOH que estaba en la bureta (NaOH 1,0 M) hasta completar un volumen de 10 mL. Cuando esto ocurra la solución del ácido que estaba en el matraz de Erlenmeyer se colocara de color rosa. Lo que quiere decir que la solución esta neutra, producto de la siguiente reacción:
$$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

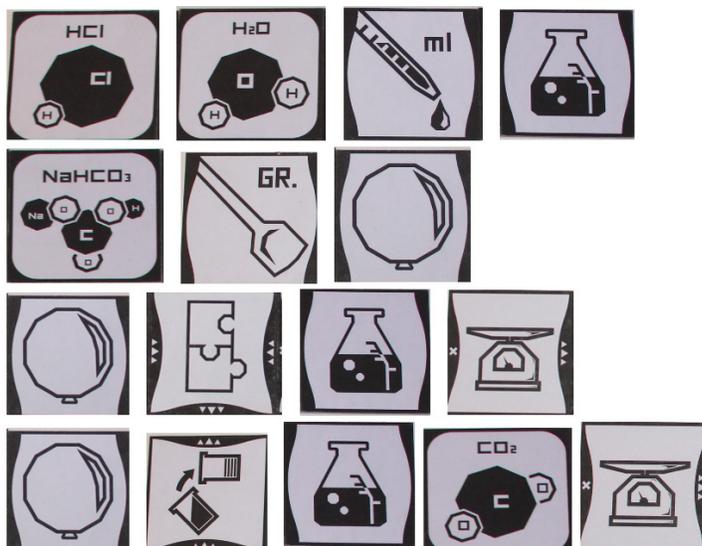
2.2. Secuencia de fichas para experimentos seleccionados

Cada experimento cuenta diferentes fichas, previamente cortadas y enumeradas.

2.2.a). - Experimento 1: Esta experiencia cuenta con 6 fichas, donde al pasar el Tablet o celular con la aplicación abierta y apuntando la cámara sobre las fichas previamente ordenadas, aparecerán en la pantalla del dispositivo las imágenes en 3D de realidad aumentada de lo que va ocurriendo en la experiencia como se describió en el punto 2.1.



2.2.a). - Experimento 2: Esta experiencia cuenta de 10 fichas (mismo proceso 2.2.a).



2.2.c). - Experimento 3: Esta experiencia cuenta de 9 fichas (mismo proceso 2.2.a).

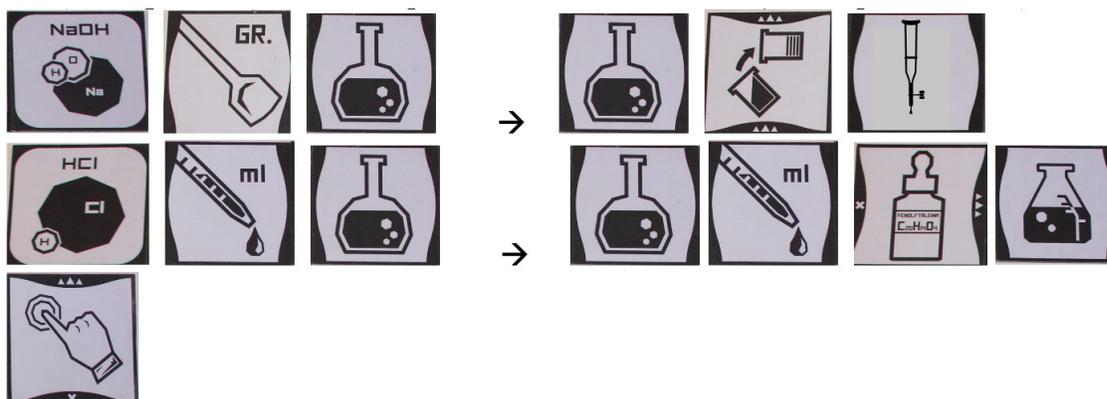


FIGURA 1: Imágenes de algunos extractos de las experiencias realizadas con los alumnos.



2.3. Experiencias con estudiantes

Para complementar las actividades descritas en el punto 2.1 de este artículo, se trabajó en la sala de clases en grupos de a dos, con 42 estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Mecánica y con 50 estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Mecatrónica de la Universidad de Talca. Los estudiantes utilizaron para ello sus dispositivos móviles (celulares), habiendo cargado previamente la aplicación (QUÍMICA AR) desde IOS y Android e impreso las fichas para cada uno de los casos descritas en el punto 2.2.

Para recoger impresiones y evidencias de los estudiantes respecto de esta nueva forma de abordar las experiencias de química a través de una forma didáctica, es que se construyeron 3 preguntas que consideraban de forma global, si esta herramienta es un aporte al proceso de enseñanza aprendizaje las cuales fueron las siguientes:

- 1.- ¿La realidad aumentada la ve como una alternativa a los laboratorios reales en un proceso de enseñanza aprendizaje de la química?
- 2.- ¿Las experiencias utilizando realidad aumentada, complementan o ayudan a entender ciertos principios y tales como la transformación de la materia?
- 3.- ¿La realidad aumentada como herramienta didáctica ayuda a comprender de forma más entretenida los contenidos de química?

3. Discusión de resultados

Luego de programadas las experiencias y cargadas como aplicación para ser descargadas por los usuarios, debemos argumentar que de acuerdo a los softwares existentes hoy en el mercado y que permiten llevar desde un ambiente real a una simulación 3D, es complejo de programar desde el punto de vista informático este tipo de experiencias por los siguientes motivos que se explican:

- Para poder llegar a una simulación real primero es necesario tener que programar cada una de las imágenes existentes de los materiales de laboratorio bajo un ambiente 3D.
- Los softwares existentes hoy en el mercado y que permiten programar este tipo de experiencias, aún no están trabajados completamente, implicando que los resultados de estas programaciones quedan muy pesados para ser cargadas en dispositivos móviles como aplicación, impidiendo incluso que para ciertos modelos de dispositivos móviles como Tablet y celulares no corran funcionen de forma fluida y se caiga el sistema.

Por otra parte, debemos argumentar que cuando la experiencia funciona de manera correcta en el dispositivo móvil, es muy interesante de observar que los estudiantes se motivan con este tipo de tecnología, dado que pueden interactuar con las experiencias propuestas y que además hacen familiar las ciencias con las tecnologías, traduciéndose en una herramienta didáctica de mucho futuro para los establecimientos educacionales y universidades en el aula.

La Figura 2, muestra los resultados en base a las preguntas realizadas a los estudiantes que tuvieron acceso a estas experiencias de las carreras de Ingeniería Civil Mecatrónica y Mecánica. La pregunta 1 muestra que mas de un 65% de los(as) alumnos (as), aceptan este tipo de metodología como válida y que aporta conocimiento para el aprendizaje de las ciencias. Además, lo ven como una alternativa impórtate para reemplazar en parte a las actividades experimentales de laboratorio cuando no se dispone de este de forma física. La pregunta 2 con un 87% de preferencias, nos indica que los alumnos (as) comprendieron de mejor forma los cambios y transformación de la materia, cambios físicos y químicos, ley de conservación de la materia y el equilibrio ácido base en un proceso de neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte. Finalmente, en la pregunta 3, podemos observar que el 91% está de acuerdo en argumentar que esta forma didáctica de abordar los contenidos de química es más entretenida, porque le permite llevar de la mano un instrumento tecnológico como es el celular y el Tablet que es más familiar para ellos, que un laboratorio de química.

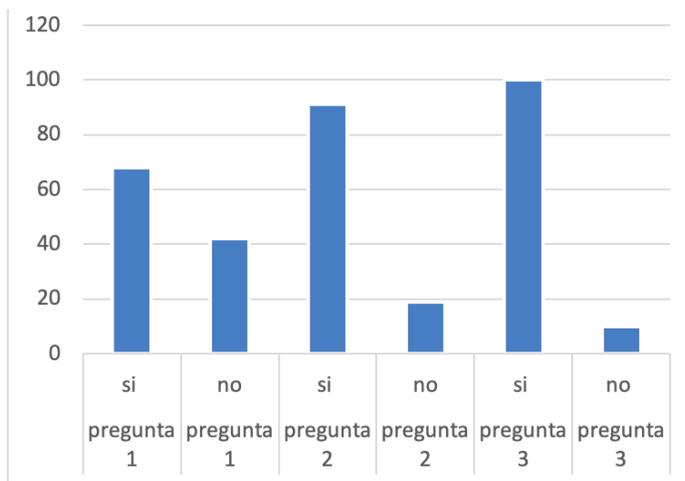


FIGURA 2: Resultados de preguntas realizadas a los estudiantes.

4. Conclusión

La realidad aumentada es una herramienta poderosa que permite adaptarse a cualquier ciencia con el objeto de hacer interactiva ciertas situaciones reales o experimentales que son complejas de replicar sucesivas veces. Es por ello, que los(as) alumnos (as) al haber utilizado esta herramienta al servicio de la Química y más aun mostrando experiencias de laboratorio, donde podían interactuar, mezclar y jugar con los distintos materiales visualizados a través de sus dispositivos electrónicos (celular y Tablet), les pareció muy interesante y entretenida porque pudieron comprender los conceptos tratados por el profesor de forma más didáctica, sin la necesidad muchas veces del apoyo de un laboratorio experimental.

Otro aporte importante de esta iniciativa es que los(as) alumnos(as) lograron comprender que la tecnología es útil y más aún, cuando es adaptada para ser usada en procesos de enseñanza aprendizaje.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado mediante el proyecto de Innovación de Contenidos en el Aula de la Universidad de Talca, Chile.

6. Referencias

- Arancibia, M. Cárcamo, L. Contreras, P. Scheihing, E. Troncoso, D. (2014). Re-pensando el uso de las TIC en educación: reflexiones didácticas del uso de la web 2.0 en el aula escolar. *Arbor*, 190 (766): a122. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2014.766n2014>.
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2018). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 42(Especial), 117-135. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>.

- Bustos, C. (2007). *Estrategias didácticas para la vinculación docencia, investigación y extensión en la praxis educativa*. Colección de textos universitarios. Venezuela. Ediciones del Vicerrectorado Académico Universidad del Zulia. Editorial Venezolana C.A.
- Díaz-Barriga, A. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista iberoamericana de educación superior* 10 (3), 21. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8).
- Izquierdo, M. Aduriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27-43. <https://doi.org/10.1023/A:1022698205904>.
- Martínez-Hung, H., García-López, A., Escalona-Arranz, J., 2017. Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Revista Cubana Química* 29, (1), 13-25. <https://cubanaquimica.uo.edu.cu/index.php/cq/article/view/1985>.
- Merino, C. Pino, S. Meyer, E. Garrido, J. Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación química*, 26(2), 94-99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>.
- Ortiz, C. (2011). Realidad aumentada en medicina. *Revista Colombiana de Cardiología*, 18(1), 4-7. [https://doi.org/10.1016/S0120-5633\(11\)70160-7](https://doi.org/10.1016/S0120-5633(11)70160-7).