



AVANCE DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE DE REACCIÓN QUÍMICA, POR MEDIO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA PREPARATORIA FZDA. NO 2 DE CD. VICTORIA, TAMAULIPAS

Mario Alberto Castillo Zúñiga
a2103030044@alumnos.uat.edu.mx

Área temática: 6. Educación en campos disciplinares

Línea temática: 2. Educación en Ciencias Naturales

Porcentaje de avance: 65%

a) Trabajo de investigación educativa asociada a tesis de grado

Programa de posgrado: Doctorado en Gestión e Innovación Educativa 6° Semestre

Institución donde realiza los estudios de posgrado: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias, Educación y Humanidades



Resumen

El presente avance de investigación se posiciona en el área de oportunidad del bajo grado de aprovechamiento de los estudiantes en el área de Química, demostrado en los puntajes de la prueba PISA y que no existe una evaluación interna de ciencias en México, para combatir los bajos rendimientos, se propone la utilización de realidad aumentada (Átomos RA y de Chemistry AR) para aumentar el interés y motivación por el aprendizaje de la Química y por ende de un mejor grado de aprovechamiento y comprensión de las reacciones químicas. Así, nuestro objetivo es la evaluación del aprendizaje que logren los estudiantes al utilizar la realidad aumentada. La metodología utilizada es cuantitativa de corte transversal, siguiendo un diseño de cuasiexperimento con un grupo control y uno experimental con estudiantes de primer semestre de Bachillerato. La investigación se divide en tres momentos, aplicación del pretest, uso de la realidad aumenta en el grupo experimental, aplicación del postest y un instrumento de evaluación del uso de tecnología (IMMS por definir). Se realizó un pilotaje del pretest, teniendo los resultados siguientes: se encontró la necesidad de reestructurar los ítem 5, 7, 8, 9, 10, 12 y 13 por tener una correlación negativa en ítem-escala, ya que, el alfa de Cronbach es de 0.416, esto se comprueba con el índice de discriminación aplicado a los ítem. Del trabajo se espera lograr una correlación positiva entre el uso de la realidad aumentada y el aprendizaje de los estudiantes en el tema de reacción química.

Palabras clave: Química inorgánica, Reacción química, realidad aumentada

Introducción

El estándar de la educación se concentra en tres áreas del conocimiento: Matemáticas, comprensión lectora y ciencias exactas; lo podemos constatar en las evaluaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en la última aplicación reportada en el 2019 en las tres áreas los puntajes medios fueron 489, 487 y 489, respectivamente (OCDE, 2019). Para el presente trabajo nos centramos en ciencias; México está por debajo de la media (70 puntos), se pudieran atribuir causas como el bajo apoyo a dicha área, por ejemplo, en las evaluaciones nacionales como PLANEA, EXCALE (extinto) y ENLACE (extinto), no se encuentra un apartado para evaluar el conocimiento en ciencias.

Otras de las causas es la manera lineal de la enseñanza de ciencias exactas, como la Química (rama de la ciencia de nuestro trabajo), la enseñanza tradicional si bien no es mala, se basa en lo memorístico y no en la comprensión de los fenómenos (Castillo, 2019). Martín, Prieto y Lupión (2014) concuerdan que la enseñanza tradicional utiliza teorías y leyes que solo han de ser utilizados en la escuela para resolver problemas escritos. Viendo esta debilidad, la modelización utilizada como medio de explicación favorece la comprensión de los temas, entendiendo que modelar es realizar representaciones de fenómenos reales de hechos científicos (Martínez & Rodríguez, 2017).

Revisando los temas más relevantes relacionados con aprendizaje de Química, encontramos que la reacción química es fundamental en la comprensión de los fenómenos naturales y artificiales. Aunque la interacción de los elementos participantes de una reacción no se pueden observar a simple vista, en química se utiliza la modelización para ello, donde una serie de patrones nos permiten identificar y predecir las reacciones (Lepiane & Álvarez, 2022; Lacolla, Meneses & Valeiras, 2014).

Analizando las herramientas digitales emergentes en la modelización, encontramos la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA). La primera es una herramienta que sirve para la visualización de modelos en 2D y 3D, la segunda aparte de lo anterior, permite la interacción y manipulación en tiempo real (Rigueros, 2017). También, Bazantes (2021) señala que la RA en la enseñanza de una pedagogía emergente viene a lograr una interacción directa entre aquello que es real representado de manera digital, facilita una mayor visualización y comprensión de hechos reales que son difíciles de observar a simple vista.

Por lo anterior, nos preguntamos ¿El uso de la herramienta digital de realidad aumentada permite que los estudiantes de bachillerato aprendan acerca del tema de reacción química gracias a la modelización que genera la interacción entre los elementos químicos y los patrones resultantes? Además, se plantea el objetivo: Evaluar el grado de aprovechamiento académico y el uso de la realidad de la aumentada en el tema de reacción química

Así, postulamos la hipótesis: utilizar la realidad aumentada como una herramienta digital para el aprendizaje permite que los estudiantes alcancen un mayor logro de los aprendizajes y se apropien de los patrones que conlleva cada tipo de reacción.

Desarrollo

Reacción química y tipos de reacciones

La reacción química sucede cuando uno o más reactivos interactúan con otro(s) reactivos o condiciones (catalizadores), se obtienen productos con características diferentes en estructura y funcionalidad. En las reacciones hay patrones de comportamiento que indican el tipo de reacción al que pertenecen. De acuerdo con Acosta (2020), Chang y Goldsby (2017) y Morillas (2020), en las reacciones químicas ocurren transformaciones que modifican las características de la materia inicial (reactivos), dando como resultado sustancias diferentes en donde cambia su color, olor, textura y estado de agregación.

Los reactivos producen patrones de comportamiento para formar los productos, así, es como se identifican los tipos de reacciones:

Figura 1 Tipos de reacciones

Tipo de reacción	Representación matemática
Síntesis	$A+B \rightarrow AB$
Descomposición	$AB \rightarrow A+B$
Sustitución simple	$AB+C \rightarrow AC+B$
Sustitución doble	$AB+CD \rightarrow AD+CB$

A partir de las reacciones químicas anteriores, la investigación se centra en la modelización por medio de una herramienta digital, la cual es la RA de aplicaciones móviles, para facilitar la comprensión de los patrones que se forman en cada una de las reacciones, por lo tanto, los estudiantes ven en tiempo real lo que sucede de manera microscópica, así, como los productos que se obtienen de los reactivos.

Realidad aumentada

La RA permite a los usuarios la interacción de imágenes en 3D que representan un fenómeno real, dentro de ella podemos encontrar que un objeto difícil de ver o controlar de manera real, se vuelve controlable en lo digital. Esto sucede mucho en Química, se hacen experimentos con sustancias, pero, no se logra percibir como es que se unieron sus átomos y si realmente se unieron para que ocurriera una reacción. Rigueros (2017), Martínez, Fernández y Barroso (2021) concuerdan que la RA es un medio que permite combinar lo real con lo digital, por medio de capas de información que el usuario puede observar y manipular. Para nuestro trabajo esto trae un beneficio de observación y manipulación de los átomos de una reacción.

Una vez analizado que la RA sirve para representar fenómenos reales de manera digital y virtual, que se tiene la capacidad de la interacción y manipulación con los usuarios, podemos establecer

que es una buena herramienta para la enseñanza de reacción química, ya que, esta ocurre de manera microscópica y no podemos observar lo que sucede realmente. A continuación, presentamos estudios que han utilizado la realidad aumentada en la enseñanza de la Química, centrándonos en aquellos estudios que refieren la reacción química.

Uso de la realidad aumentada en Química

La Química se apoya en la modelización para la enseñanza y el aprendizaje de diversos temas, dentro de ellos, se encuentra la Reacción Química, la cual se puede potenciar con la RA, tal como se encontró en los siguientes estudios.

Arias, Tapia, Pino y Gutiérrez (2021), Martínez, García, Quesada y Almenares (2019) y Salazar (2020) se centran en Química general, teniendo por finalidad el utilizar la RA como herramienta para apoyo de la enseñanza en temas de estructura electrónica, sólida y de conocimiento químico (respectivamente), los trabajos presentan un estudio cuantitativo, con resultados positivos, donde destacan el uso de la RA como un medio motivante para los estudiantes, además, posee capacidad suficiente para representar los fenómenos y acontecimientos químicos.

Dentro de los resultados (respectivamente) están, 55% de estudiantes consideran que la RA les ayudó a comprender los fenómenos químicos; los estudiantes alcanzaron puntajes superiores a 60%, lo que es una mejora en la comprensión de los temas de Química (estructura); en el tercer reporte hubo una mejoría en el grado de aprendizaje, en el pretest obtuvieron 3.6 y en el postest obtuvieron 5.6 (la calificación máxima fue de 7).

Además de Química general, existe un trabajo que se enfoca en Química orgánica, basándose en la estructura de hidrocarburos, tiene metodología mixta, obteniendo resultados positivos, cualitativamente se identifica que los estudiantes percibieron de buena manera el uso de la realidad aumentada como un medio intermediario entre lo real y lo digital; cuantitativamente obtuvieron 7.94 en una escala de 10 (Ruíz, 2020).

De los estudios analizados, observamos que a la RA es una herramienta que estimula la motivación para el aprendizaje de temas abstractos que pueden ser modelados digitalmente, teniendo en cuenta que la selección de temas es muy importante para ello, así como la retroalimentación de lo que están realizando. Lo más relevante fue que se demostró que la RA ayuda a mejorar el conocimiento, comprensión y modelización de temas de Química, además, se centran en una metodología cuantitativa basada en los cuasiexperimentos.

Metodología

El presente trabajo es cuantitativo-transversal, con diseño cuasiexperimental basado en tres momentos (pretest, utilización de la RA en reacción química y postest con instrumento de evaluación del uso de la tecnología <IMMS por definir>), se contemplan dos grupos (control

y experimental), cada grupo cuenta con 32 estudiantes de primer semestre de Bachillerato General. El pretest medirá el conocimiento de los estudiantes en reacción química y el postest medirá el grado de aprovechamiento alcanzado después del uso de la RA en el grupo experimental. Además, se aplicará en el grupo experimental un cuestionario de evaluación del uso de la tecnología. En cuanto al manejo de los grupos, en el grupo control llevarán sus clases de forma normal. En el caso del grupo experimental, los pasos a seguir son los siguientes:

Sesiones	Actividades
1 y 2	Sesión 1.- introducción a la aplicación Átomos RA. Sesión 2.- introducción a la aplicación ChemistryAR.
3	Manejo de marcadores (accionadores de la RA)
4 y 5	Conceptualización de reacción química, reactivos, productos, catalizadores y ley de conservación de la materia.
6 y 7	Tabla de simbologías utilizadas en reacción química, después, con Átomos RA, se analizarán las características de los elementos que permiten que ocurra una reacción química (electrones de valencia, número de oxidación, clasificación en la tabla, tipo de elemento, electronegatividad).
8 y 9	Tipos de reacción química: la reacción de síntesis, se explicará qué es, cuál es el patrón que presenta y se aplicará una actividad con Chemistry AR para observar la interacción atómica en la reacción.
10 y 11	Reacción de descomposición, señalando el patrón de comportamiento y la interacción entre los átomos (12), posteriormente se analizará la reacción con Chemistry AR, acompañado de un experimento de la reacción (13).
12 y 13	Sustitución simple, con su patrón de comportamiento, para esta reacción, se utilizará la aplicación Átomos RA, ya que, ChemistryAR no permite la visualización de esta reacción, se observarán los elementos participantes en una reacción producto de un experimento a realizar.
14 y 15	Sustitución doble, se realizará un experimento correspondiente a este tipo de reacción, se analizarán los elementos participantes en la reacción, observándolos con la aplicación Átomos RA.

Al terminar las actividades con RA, se procederá a la aplicación del postest en ambos grupos, y en el caso del experimental se aplicará una encuesta (tipo likert) de evaluación del uso de la herramienta digital. Los datos se manejarán con el programa SPSS Statistics, se obtendrán niveles de confiabilidad completo y por dimensiones con Alfa de Cronbach, también, medidas de tendencia central (media, desviación estándar, frecuencia en porcentajes, cuartiles), correlaciones de variables (nivel de aprovechamiento en aquellos que utilizaron la RA y aquellos que no hicieron uso de ella, nivel de satisfacción por categoría), utilizando T-Student, de los cuales se espera que existe una correlación positiva entre el grado de aprendizaje de reacción química y el uso de la realidad aumentada.

Resultados (pilotaje)

Dentro de los instrumentos, lo primero fue el pilotaje del pretest, aplicado a estudiantes de un grupo diferente del control y experimental, que contará con características similares, considerando

el tema de Química en que se encuentran las sesiones de clases, la cantidad de estudiantes, el horario de clases que tienen, así, se aplicó el pilotaje del pretest a estudiantes del grupo 103, la aplicación se realizó a 31 estudiantes, a continuación, se presentan los resultados del pilotaje:

Tabla 1. Correlación de ítems con escala de fiabilidad

Ítem	M de escala si se elimina el ítem	Variación si se elimina el ítem	Correlación ítem-escala	□ si se elimina el ítem
1. ¿Qué representa el símbolo químico: ??	4.97	4.499	.238	.368
2. ¿Qué significa el siguiente símbolo químico: ??	5.06	4.062	.457	.293
3. Una ecuación química es?	4.97	4.099	.446	.298
4. Cuando se calienta agua hasta que se evapora se considera que ha pasado?	4.97	3.966	.520	.272
5. Al encender madera, esta se hace ceniza, ¿qué fue lo que pasó?	5.35	5.103	-.005	.432
6. Cuando se forma el hielo al dejar un vaso con agua en el congelador, ¿corresponde a?	5.13	3.983	.510	.276
7. ¿Cuál de los siguientes enunciados corresponde al de una reacción química?	5.48	5.325	-.114	.439
8. Se consideran reactivos aquellos elementos o compuestos qué?	5.10	5.090	-.040	.451
9. ¿Qué tipo de reacción se da cuando una varilla expuesta al aire libre se oxida?	5.35	5.570	-.251	.486
10. ¿Qué tipo de reacción corresponde la formación del agua (H + O)?	5.39	5.445	-.189	.469
11. ¿Cómo se llama el tipo de reacción donde al unir un ácido y una base forman sal más agua?	5.19	4.828	.090	.413
12. ¿A qué tipo de reacción corresponde la separación de la molécula de agua (hidrógeno y oxígeno por electrolisis)?	5.19	5.228	-.094	.463
13. Al reaccionar el ácido clorhídrico con aluminio se produce Cloruro de aluminio e hidrógeno en forma de gas, ¿cómo se denomina a la reacción que ocurre?	5.26	5.131	-.042	.447
14. ¿Qué sucede con las sustancias (catalizadores) que se agregan para acelerar o disminuir la velocidad de una reacción, por ejemplo, el platino en la descomposición del agua oxigenada?	5.23	4.514	.256	.364
15. ¿Cuál no es un catalizador?	5.03	4.699	.136	.399

Fuente: elaboración propia

Al realizar el análisis de fiabilidad con respecto al alfa de Cronbach, se obtuvo una fiabilidad de 0.416, lo que cual se considera como una baja fiabilidad, sin embargo, el instrumento considera una sola respuesta correcta de cuatro opciones posibles por ítem, así, se considera una modificación a los ítems que afectan la correlación con la escala de manera negativa (ítems en rojo), además, se analiza con índice de discriminación (ID) a los ítems con la siguiente fórmula, junto con el valor del ID de la tabla 2:

$$D_i = \frac{GA_{aciertos} - GB_{aciertos}}{N_{grupo\ mayor}}$$

D_i = Índice de discriminación

GA= grupo con puntaje más alto (27%)

GB= grupo con menor puntaje (27%)

N= número de personas del grupo superior

Tabla 2. Poder de discriminación de los reactivos

Valor de discriminación	Calidad	Recomendación
> 0.39	Excelente	Conservar
0.30 – 0.39	Bueno	Posibilidades de mejora
0.20 – 0.29	Regular	Revisar
0.00 – 0.19	Pobre	Descartar o modificar
< 0.01	Pésima	Descartar definitivamente

Fuente: Rodríguez, Fajardo y Bosch (2023)

Al aplicar la fórmula en los resultados del pilotaje obtenemos los siguientes resultados en ID con su respectiva acción al ítem:

Tabla 3. Índice de dificultad por ítem

Categoría	Ítem	ID	Acción
Símbolos de una ecuación química	1	0.36	Mejorar
	2	0.64	Conservar
	3	0.55	Conservar
	8	0.09	Modificar
Tipos de cambio	4	0.73	Conservar
	5	0.09	Modificar
	6	0.73	Conservar
	7	0.00	Modificar

	9	-0.18	Descartar o modificar
	10	0.00	Modificar
Tipos de reacciones químicas	11	0.27	Revisar-Mejorar
	12	0.00	Modificar
	13	0.00	Modificar
Catalizadores en una reacción	14	0.45	Conservar
	15	0.45	Conservar

Fuente: elaboración propia

Como podemos notar en el coeficiente de Cronbach y en el índice de discriminación de los ítems, los resultados concuerdan en que los ítems 5, 7, 8, 9, 10, 12 y 13 deberán ser reestructurados a manera de que cumplan con las mediciones requeridas para su aplicación en el instrumento de conocimiento.

Consideraciones finales

Dentro de nuestro avance de investigación, se ha encontrado que México tiene un área de oportunidad en el área de las ciencias exactas, donde hay que poner énfasis en la forma en que se enseñan para atraer y motivar a los estudiantes por el conocimiento de las ciencias exactas y como a partir de ellas puedan conocer e interpretar lo que sucede a su alrededor. Particularmente en química, se requiere de una innovación en la forma de enseñanza, no solo a manera de acumulación de conocimiento, es por ello que, en el presente estudio se señala una estrategia de uso de la realidad aumentada como un complemento a las clases de los estudiantes, esto a manera de motivación, interés e interacción con situaciones reales pasadas al ámbito digital en 3D, consideramos que este hecho le permitirá a los estudiantes comprender como se relacionan, interactúan y se mueven los átomos en las reacciones químicas, ya que, al ser microscópico este hecho, es imposible para ellos comprender cómo y porqué ocurren reacciones químicas, aún y cuando ven o hacen uso de ellas (como la oxidación).

Referencias

- Acosta, G. (2020). Química Capítulo 1. El estudio de los cambios. *Los cambios químicos*. Editorial Neogranadina. Universidad Militar Nueva Granda, Colombia
- Arias, A., Tapia, T., Pino, N. & Gutiérrez, J. (2021). Diseño e implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada, para la enseñanza de química general en ingeniería. *South Florida Journal of Development*. 2 (4), 6246-6258. En: 10.46932/sfjdv2n4-096

- Castillo, M. (2019). Tesis de Master no publicada. *Enseñanza de reacción química bajo una perspectiva de Investigación dirigida en la Preparatoria Federalizada No.2*. Unidad Académica Multidisciplinaria de Ciencias, Educación y Humanidades. Cd. Victoria, Tamaulipas. En: <https://mgie.uat.edu.mx/SiteAssets/alumnos/titulaci%C3%B3n/Tesis%2004%20Mario%20Alberto%20Castillo%20Z%C3%BA%3%B1iga.pdf>
- Chang R. & Goldsby, K. (2017). *Química*. McGraw-Hill. 12ed. México
- Faustinos, M. & Rodríguez, D. (2014). Jerarquizar el modelo científico escolar de arriba sobre el origen de los terremotos: una herramienta para el desarrollo curricular. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis: TED*. Memoria sexto Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogota, Colombia. 909-916.
- Lacolla, L., Meneses Villagrà, J., & Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 3(32), 89-109
- Lepiane, L. y Álvarez, J. (2023). Secuencia de actividades para la enseñanza de las reacciones químicas. *Educación Química*, 34(1). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.1.81529>
- Martínez, H., García, A., Quesada, O. & Almenares, I. (2019). Realidad aumentada en la enseñanza de la química de coordinación y estructura de sólidos. *Atenas Revista Científico Pedagógica*. 2 (46), 111-125
- Martínez, S.; Fernández, B. & Barroso, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19
- Morillas, F. (2020). Tesis de Master. *Unidad didáctica: Reacciones químicas*. Centro de estudios de Posgrado. Universidad de Jaén. España, en: <https://hdl.handle.net/10953.1/13531>
- OCDE. (2019). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. Recuperado el 25 de julio de 2020, de https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Pereda, S. & López, A. (2017). Modelos iniciales de estudiantes de secundaria sobre Fenómenos Electroestáticos. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis; TED*. NO. Extraordinario. 486-495
- Rigueros, C. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *TIA*, 5(2), pp. 257-261.
- Rodríguez, O., Fajardo, M., & Bosch, A. (2023). Calidad de la prueba parcial de un curso propio sobre diátesis hemorrágicas en la carrera Estomatología. *Revista Información Científica*, 102, 4151. En: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7942974>
- Ruiz, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura* 12 (1), 106-117. En: <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- Salazar, M. (2020). *Innovación tecnológica educativa para el aprendizaje de estudiantes con y sin NEE: uso de realidad aumentada en la asignatura de química*. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile. En: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/2300>