



Title: Innovation in chemical engineering education with augmented reality

Authors: LEMUS-HERNÁNDEZ, Julio César, MORENO-BELTRÁN, Reyna and OLIVO-GARCÍA, Edith

Technological University of San Juan del Río	2930-2024	0009-0004-3658-0139	471680
Autonomous University of Queretaro	089-2024	0000-0002-5307-0921	789998
Autonomous University of Queretaro	089-2024	0000-0002-5307-0921	789998

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2024-01
BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 15

CONAHCYT classification:
Area: Economics
Field: Economics
Discipline: Economic activity
Subdiscipline: Other

ECORFAN-México, S.C.
 Park Pedregal Business. 3580,
 Anillo Perif., San Jerónimo
 Aculco, Álvaro Obregón,
 01900 Ciudad de México, CDMX,
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

PRESENTACIÓN DE CONTENIDO

Introduction

Methodology

Results

Annexes

Conclusions

References

Introduction

Las tecnologías inmersivas: Sistemas tecnológicos que estimulan los sentidos del usuario con imágenes generadas por computadora, con una percepción diferente a la realidad (Ayala Pezzutti et al., 2020).



<https://learn.unity.com/course/create-with-vr>

Realidad Virtual



<https://learn.unity.com/course/create-with-vr>

Realidad Aumentada



<https://www.tworeality.com/que-es-la-realidad-mixta-y-como-usarla/>

Realidad Mixta

Introduction

Las tecnologías inmersivas en la educación:

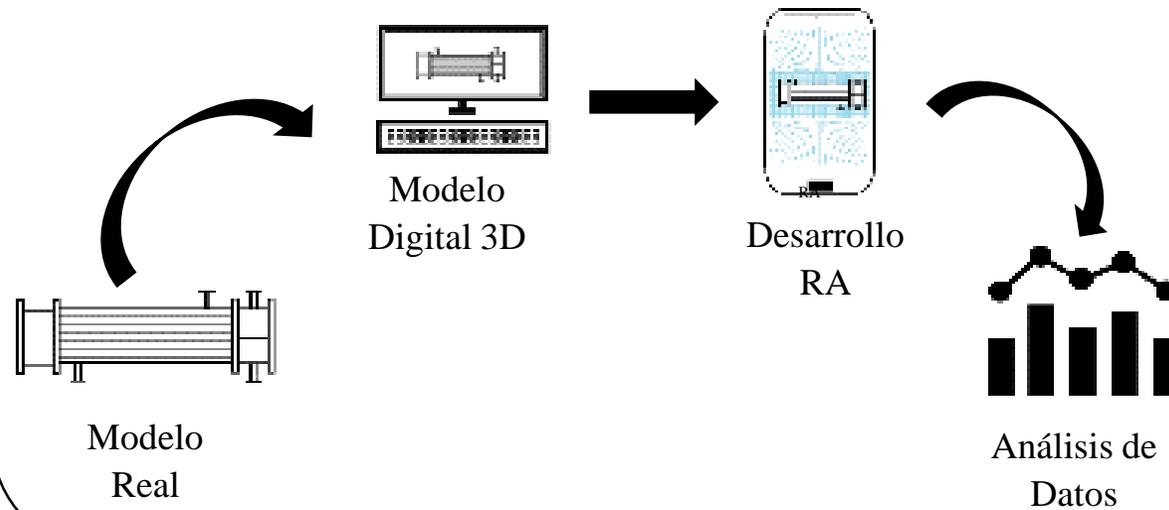
1. Mejorar la experiencia del usuario
2. Resaltar aspectos importantes
3. Simulación realista
4. Facilitar el aprendizaje interactivo
5. Optimizar el diseño y la visualización
6. Facilitar el acceso a contenidos
7. Despiertan el interés por los contenidos

Metodología

Innovación en la enseñanza de la Ingeniería Química con Realidad Aumentada

Objetivo:

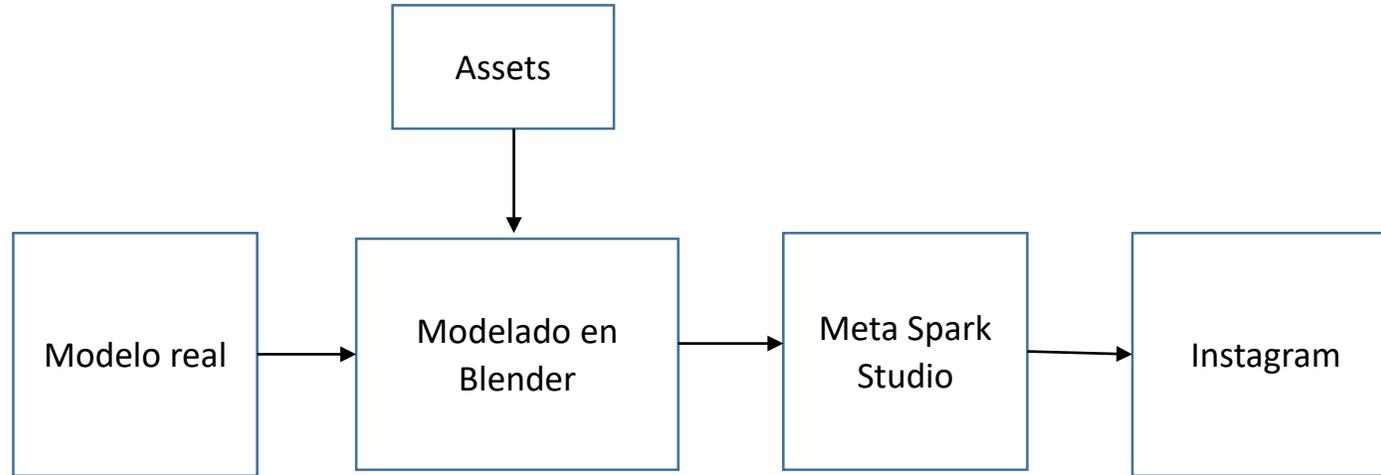
Evaluar la RA en la Educación de Ing. Qca.



Contribución:

RA puede motivar a los estudiantes en la educación en ingeniería química.

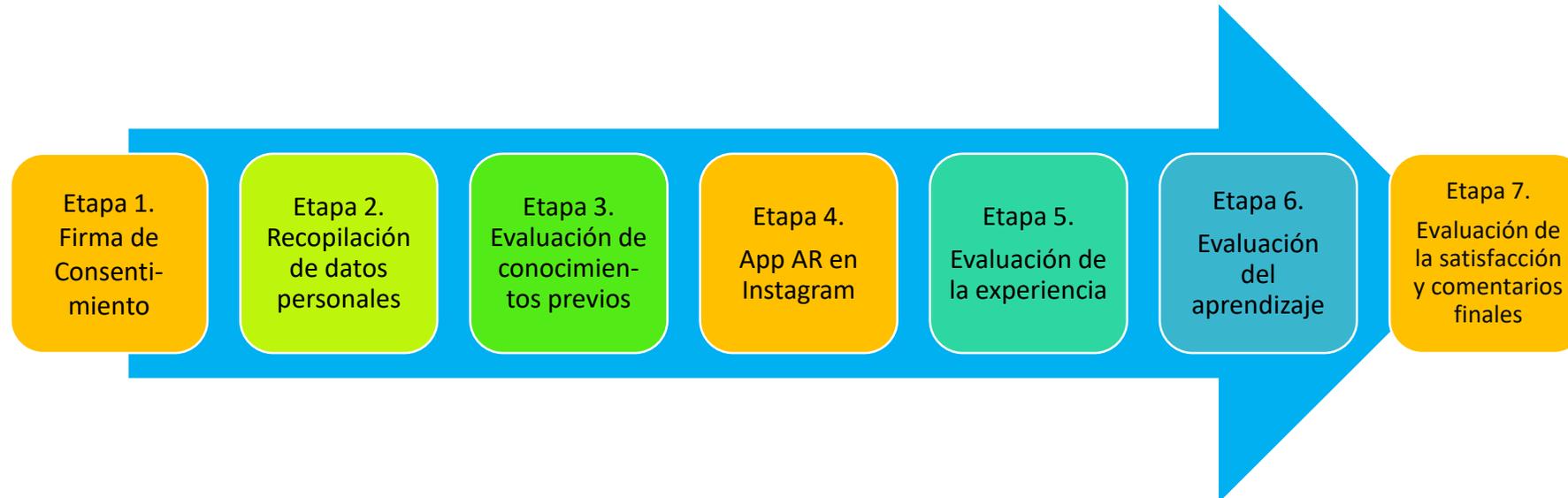
Metodología



Desarrollo de la aplicación RA

Metodología

Ejecución del proyecto



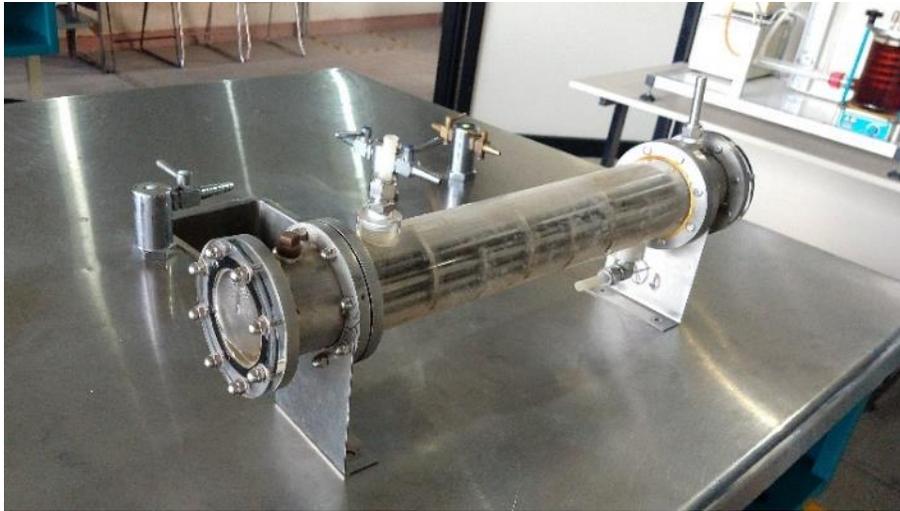
Metodología

Recolección de datos

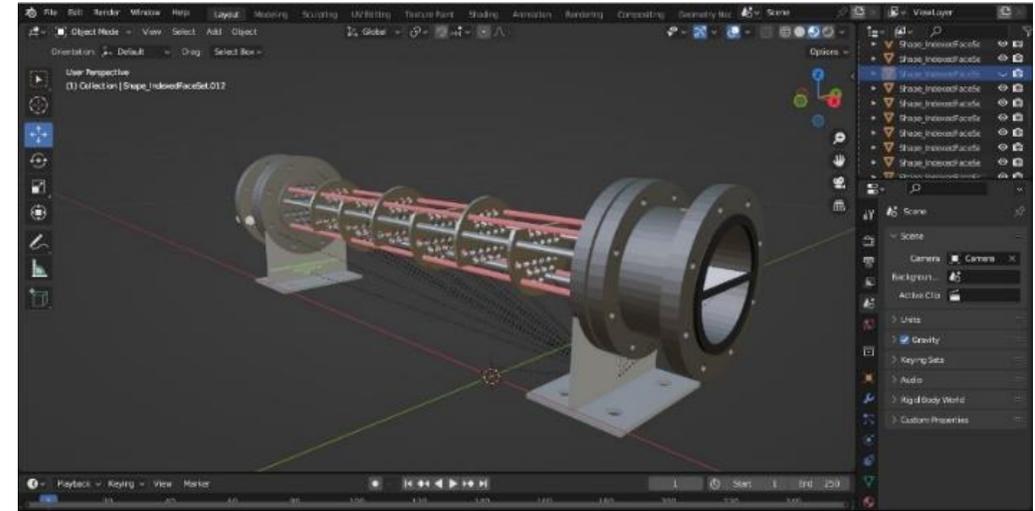
Cuestionario	Número de reactivos	Tipo de reactivos	Propósito
Consentimiento	1	Binaria: (Si, No)	Consentimiento y manejo anónimo de datos y opiniones.
Datos generales	3	Preguntas abiertas (Texto y numérica)	Nombre, edad y sexo
Cuestionario 1. Evaluación de conocimientos previos.	5	Preguntas con escala de Likert (1 - 5)	Evaluar conocimiento respecto a intercambiadores de calor de tubos y coraza.
Cuestionario 2. Evaluación de la experiencia y facilidad de uso.	3	Preguntas con escala de Likert (1 - 5)	Evalúa el potencial de la RA para la enseñanza de la IQ.
Cuestionario 3. Evaluación del aprendizaje con la aplicación.	5	Preguntas con escala de Likert (1 - 5)	Evalúa el conocimiento adquirido después del tratamiento con RA
Cuestionario 4. Evaluación de la satisfacción y utilidad percibida.	5	Preguntas con escala de Likert (1 - 5)	Evaluar la satisfacción y su opinión sobre el potencial para otras asignaturas y satisfacción en general.
Cuestionario 5. Comentarios, sugerencias u opiniones adicionales.	1	Pregunta abierta (Texto)	Recolectar opiniones generales sobre la simulación.

Resultados

Digitalización del modelo de intercambiador de calor de tubos y coraza



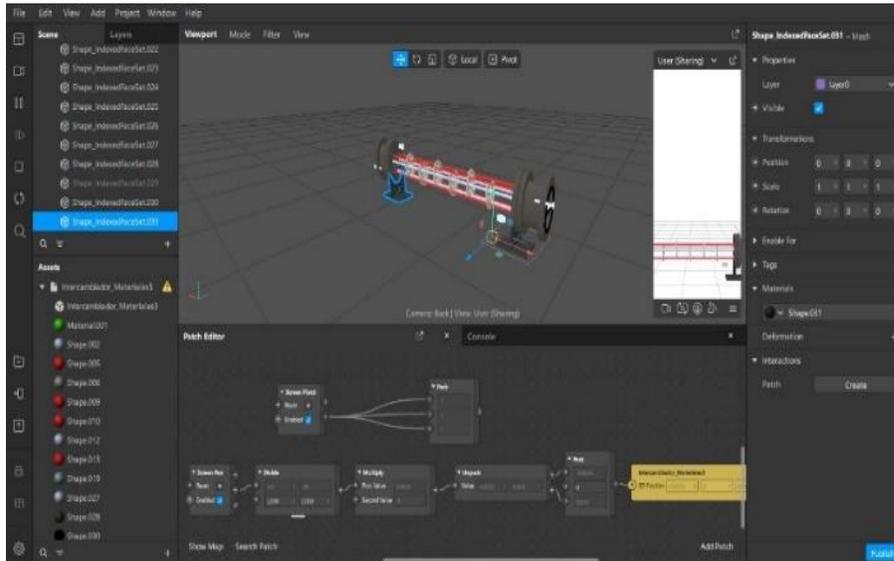
Modelo real



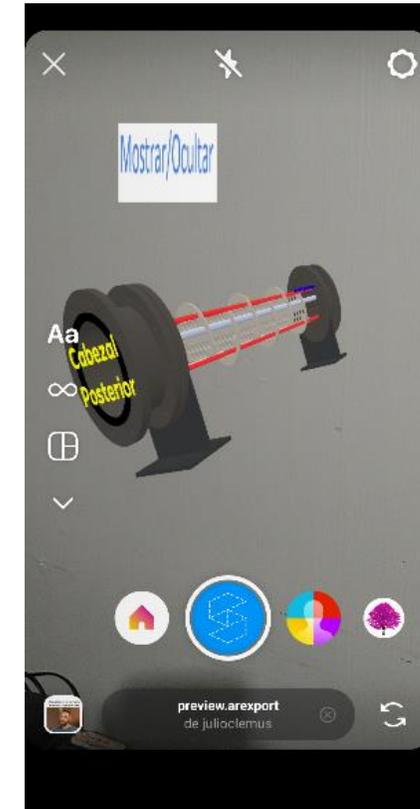
Modelado en 3D (Blender)

Resultados

Configuración de funcionalidades



Configuración de funcionalidades



Ejecución en Instagram

Metodología

Recolección de datos

- Muestra: 37 estudiantes voluntarios de tercer cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Química
- Masculino – 35.1%
- Femenino – 64.9%
- Rango de edad: 18 a 23 años (promedio 19.2 años)
- Ya habían completado un curso de intercambiadores de calor
- Todos contaban con un experiencia en RA e Instagram

Resultados

1. Conocimientos Previos

Resultados del Cuestionario 1 de conocimientos previos ($\alpha = 0.74$). Mínimo 1, máximo 5

Reactivo	Pregunta	Promedio	Varianza
1	Mi conocimiento para dibujar un diagrama del interior de un Intercambiador de calor de Tubos y Coraza.	2.97	0.35
2	Mi conocimiento para saber diferenciar las barras espaciadoras y los tubos de un Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza.	3.08	0.40
3	Mi conocimiento para explicar cuántos desviadores tiene el intercambiador de calor	2.81	0.44
4	Mi conocimiento para saber describir la placa de partición de paso y su ubicación	2.86	0.44
5	Mi conocimiento para diferenciar el Cabezal estacionario y el cabezal posterior	3.16	0.41
Promedio =		2.98	

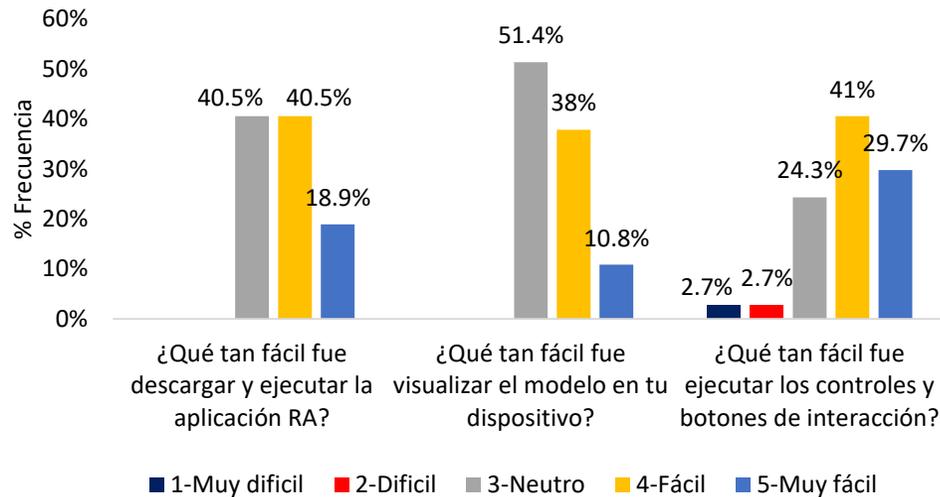
2. Evaluación después de la aplicación RA

Resultados del Cuestionario 3 de conocimientos después de la aplicación RA ($\alpha = 0.73$)

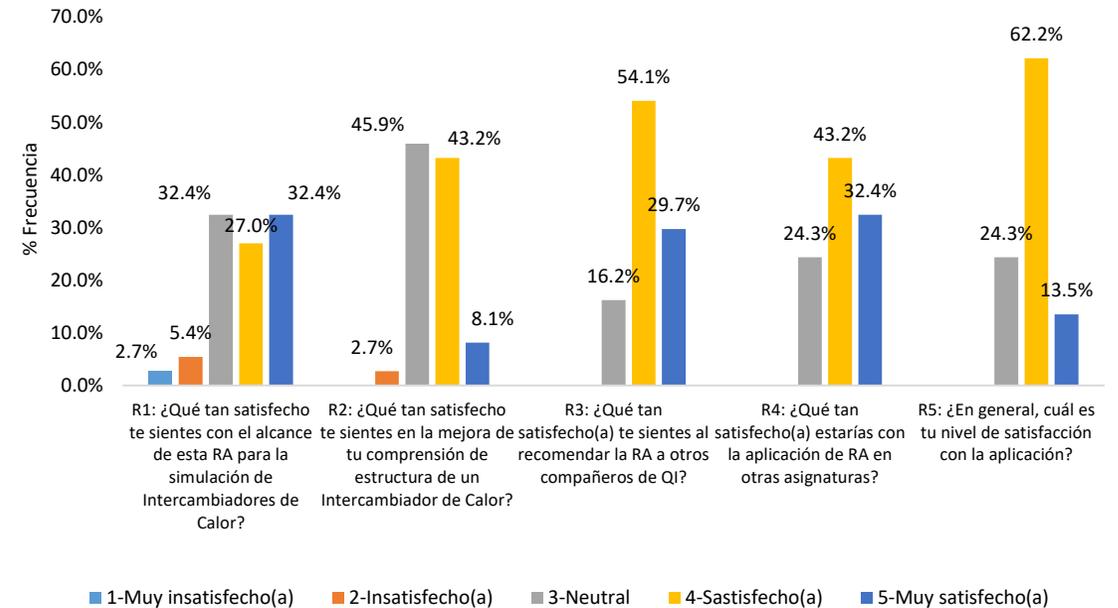
Reactivo	Pregunta	Promedio	Varianza
1	¿Puedo reconocer y describir la estructura interna de un intercambiador de calor de Tubos y Coraza?	3.43	0.46
2	¿Soy capaz de contar señalar las Barras espaciadoras y los tubos tiene el intercambiador?	3.68	0.76
3	¿Puedes señalar los desviadores que tiene el intercambiador de calor, así como describir su geometría?	3.38	0.67
4	¿Sabes ubicar la placa de partición de pasos por los tubos?	3.35	0.71
5	¿Puedes señalar el cabezal estacionario y el cabezal posterior?	4.38	0.56
Promedio =		3.64	

Resultados

3. Evaluación de la experiencia y facilidad de uso ($\alpha = 0.77$)



4. Evaluación de la satisfacción y utilidad percibida ($\alpha = 0.82$)



Conclusiones

1. Los estudiantes muestran un impacto positivo hacia el aprendizaje.
2. La tecnología RA requiere recursos económicos y de equipo relativamente bajos.
3. La tecnología RA puede ser utilizada con otros temas de ingeniería química.
4. Los estudiantes les gustaría se implementaran en otras asignaturas.
5. Se pueden conformar equipos especializados para el desarrollo de estas aplicaciones en Ingeniería Química.

Referencias

- Meyer, T., Schaer, E., Abildskov, J., Feise, H., Glassey, J., Liauw, M., Ó'Súilleabháin, C., & Wilk, M. (2022). The importance/role of education in chemical engineering. *Chemical Engineering Research and Design*, 187, 164–173.
- Sweeder, R. D., Herrington, D. G., & Crandell, O. M. (2023). Chemistry Education Research at a Crossroads: Where Do We Need to Go Now? *J. Chem. Educ*, 100, 1710–1715.
- Ayala Pezzutti, R. J., Laurente Cárdenas, C. M., Escuzza Mesías, C. D., Núñez Lira, L. A., & Díaz Dumont, J. R. (2020). Mundos virtuales y el aprendizaje inmersivo en educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 8(1).
- Abásolo, M. J., Sanz, C., Naiouf, M., De Giusti, A., Santos, G., Castro, M. L., & Bouciguez, M. J. (2017). Realidad Aumentada, Realidad Virtual e Interacción Tangible para la Educación. In I. de T. de B. Aires (Ed.), *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* (pp. 1312–1316). RedUNCI.
- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences and Humanities Open*, 8(1), 10. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Navarro, F., Martínez, A., & Martínez, J. M. (2018). Realidad Virtual y Realidad Aumentada. *Desarrollo de Aplicaciones (Ra-Ma)* (ed.); Primera.
- Prendes Espinoza, C. (2015). Realidad aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Revista de Medios y Educación*, 46, 187–203.
- Puello, P., Del campo, V. D., & Scholborgh, F. J. (2020). Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) en el Laboratorio de Física III basado en Internet de las Cosas en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, Colombia, Colombia. *Espacios*, 41(37), 159–171.
- Varela, L. A. Y., Tovar, L. A. R., & Chaparro, J. (2010). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): Un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20(36), 187–203.
- Yong, L. (2004). Modelo de aceptación tecnológica. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 14(1), 131–171.
- Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T., & Kietzmann, J. (2018). Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61(5), 657–663.
- Ferreira, R. S., Xavier, R. A. C., & Ancieto, A. S. R. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General Jose Maria Cordova*, 19(33), 223–241.
- Sirotová, M., & Michvocíková, V. (2021). Virtual Reality - Part of Supervised Teaching Practice for University Students -- Future Teachers?. *European Journal of Contemporary Education*, 10(1), 127–136.
- Trentisios, P., Wolf, M., & Frerich, S. (2020). Remote Lab meets Virtual Reality - Enabling immersive access to high tech laboratories from afar. *Procedia Manufacturing*, 43, 25–31.
- Wang, W.-T., Lin, Y.-L., & Lu, H.-E. (2022). Exploring the effect of improved learning performance: A mobile augmented reality learning system. *Education and Information Technologies*, 1–33.
- Van Dinther, R., De Putter, L., & Pepin, B. (2023). Features of Immersive Virtual Reality to Support Meaningful Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 100, 1537–1546.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educacion Quimica*, 26(2), 94–99.
- Reeves, S. M., Crippen, K. J., & McCray, E. D. (2021). The varied experience of undergraduate students learning chemistry in virtual reality laboratories. *Computers and Education*, 175(July), 104320.
- Santamaría Granados, L., & Mendoza Moreno, J. F. (2013). Realidad Virtual. *Potencial Educativo*. Publicación Ingeniomagno.
- Rebello, C. M., Deiró, G. F., Knuutila, H. K., Moreira, L. C. de S., & Nogueira, I. B. R. (2024). Augmented reality for chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 47(February), 30–44.
- Álvarez-Borroto, R., Stahl, U., Cabrera-Maldonado, E. V., & Rosero-Espín, M. V. (2017). Los paradigmas de la ingeniería química: las nuevas fronteras. *Educacion Quimica*, 28(4), 196–201.
- Anaya Durand, A. (1998). Reflexiones sobre la enseñanza de la ingeniería química. *Educación Química*, 12(2), 79.
- Márquez, R., Tolosa, L., Gómez, R., Izaguirre, C., Rennola, L., Bullón, J., & Sandía, B. (2016). Reproducción de un ambiente de innovación en el salón de clase. Una estrategia para promover la creatividad en la educación en Ingeniería Química. *Educacion Quimica*, 27(4), 249–256.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. CIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)