

DISEÑO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN REALIDAD AUMENTADA PARA INGENIERÍA: COMPETENCIAS DIGITALES Y APRENDIZAJE AUTÓNOMO

DESIGN OF LEARNING OBJECTS IN AUGMENTED REALITY FOR ENGINEERING: DIGITAL SKILLS AND AUTONOMOUS LEARNING

N. E. Dávila Guzmán¹
D. C. Bacre Guzmán²
M. A. Martínez Mercado³
J. Botello González⁴

RESUMEN

Hoy en día las Instituciones de Educación Superior, debido a la tendencia de la Cuarta Revolución Industrial, se encuentran actualizando sus planes de estudio, aplicando herramientas tecnológicas y centrándose en competencias de la Educación 4.0, como es la autodirección, la autoevaluación y el trabajo en equipo. La presente investigación describe y analiza un programa de servicio social de una universidad pública estatal, el cual consiste en el diseño y elaboración de objetos de aprendizaje en realidad aumentada compatibles con dispositivos móviles, para ser utilizados como herramientas de apoyo del aprendizaje de conceptos básicos de química general y metrología para estudiantes de ingeniería o ciencias en Educación Superior. Lo anterior con el fin de desarrollar competencias digitales y aprendizaje autónomo en los estudiantes de dicho programa, dando como resultado la generación de objetos de realidad aumentada diseñados por los estudiantes de servicio social, pasando de una percepción en su aprendizaje autónomo de un 56% “bueno” a un 100% “siempre”, así mismo el 86% de los estudiantes considera que tuvo impacto favorable en la competencia de manejo y uso del software.

ABSTRACT

Nowadays, higher education institutions, due to the trend of the Fourth Industrial Revolution, are updating their study plans, applying technological tools, and focusing on Education 4.0 skills, such as self-direction, self-assessment, and teamwork. This research describes and analyzes the social service program of a state public university, which consists of the design and elaboration of learning objects in augmented reality compatible with mobile devices, to be used as support tools for learning basic concepts of general chemistry and metrology for engineering and / or science students in Higher Education. The above, to develop digital skills and autonomous learning in the students of the program, resulting in the generation of augmented reality objects designed by social service students, going from a perception in their autonomous learning of 56% "good" to 100% "always", likewise 86% of the students consider that they had a favorable impact on the management and software use competence.

ANTECEDENTES

La tendencia de la Cuarta Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0, se refiere al término mencionado en Alemania en 2011 para las empresas que logran digitalizar sus procesos, mediante el uso de herramientas como el internet de las cosas, sistemas ciberfísicos, la realidad aumentada, el big data entre otros, lo que permitiría dar respuesta en tiempo real a las demandas de los consumidores, tener lotes más pequeños de producción

¹ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. nancy.davilagz@uanl.edu.mx

² Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. carmen.bacregzm@uanl.edu.mx

³ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. mariaadla.martinezmrc@uanl.edu.mx

⁴ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. jesus.botelloign@uanl.edu.mx

pero con mayores ganancias, siendo su principal objetivo fusionar las tecnologías de información con la industria (Del Val, 2016).

Benešová y Tupa (2017) señalan que, para lograr una transición más cómoda de las industrias hacia las tecnologías 4.0 es necesario también desarrollar la educación 4.0 como el medio para la formación superior para el manejo de las tecnologías requeridas en las llamadas industrias inteligentes, destaca dos herramientas como base de este proceso: los ambientes virtuales de aprendizaje y la realidad aumentada (RA), que junto a una metodología de implementación propuesta, hace hincapié en la importancia del factor humano y su adecuada formación a través de programas educativos acorde a las tecnologías 4.0 como claves del éxito en la integración de personas debidamente capacitadas a las industrias 4.0.

De acuerdo con Cortés *et al.* (2020) se ha observado que la necesidad de preparar a empleados cualificados para la Industria 4.0 ha forzado la actualización de los modelos educativos tradicionales, haciendo uso de tecnologías como el aprendizaje combinado, la individualización y virtualización de la educación, así como, el aprendizaje basado en juegos, uso de la realidad aumentada y el desarrollo de recursos educativos interactivos y portables; mencionan que las características de la Educación 4.0 son la autodirección, el trabajo en equipo y el aprendizaje centrado en proyectos donde se utilicen tecnologías 4.0, y propone el uso de la realidad aumentada como uno de los pilares para el desarrollo de la Educación 4.0 para la formación del capital humano que se incorporará en un futuro cercano a la Industria 4.0.

Según Toriz (2019), la realidad aumentada se refiere a la tecnología que adiciona información digital a elementos físicos del entorno, imágenes u objetos reales que fueron captados a través de algún dispositivo móvil, del mismo modo señala que, la RA potencia las habilidades de las generaciones nativas digitales, y así se mejora el desarrollo de las competencias requeridas en el campo laboral.

EDUCAUSE (2020) habla del término de realidad extendida (RE) para integrar los entornos que combinan lo físico con lo virtual o que brindan experiencias virtuales completamente inmersivas. Las dos tecnologías más comunes son la RA y la realidad virtual, donde la RA superpone objetos físicos y lugares con contenido virtual, y a menudo solo requiere un teléfono inteligente para ser utilizada. Otras tecnologías englobadas en la RE son la holografía y la impresión 3D; además señala que, en la educación superior se está experimentando activamente con tecnologías RE en sus currículos y, considera de alto potencial la RE como vehículo de aprendizaje.

Dicho reporte menciona también que, el uso de la RE implementada en instituciones de educación superior ha contribuido de manera efectiva en las pedagogías centradas en el aprendizaje y desarrollo de habilidades, al permitir a los alumnos enriquecer su experiencia de generación de aprendizaje mediante la co-creación de los contenidos de los cursos en asociación y con la supervisión del profesorado, igualmente indica que se han obtenido excelentes resultados al utilizar aplicaciones de RA que permiten mejorar las experiencias de aprendizaje al enriquecer los libros de texto de estudiantes de medicina o diseño gráfico (EDUCAUSE, 2020).

En la investigación de Sánchez y Vidal (2014) resaltan la importancia del Aprendizaje por Proyectos al señalar que, al permitir al estudiante elegir tópicos de su interés los motiva a aprender, los prepara para situaciones de toma de decisiones, y al integrar contenido académico con la realidad logran una mejor retención de conocimientos y habilidades al realizar proyectos que les resulten atractivos y sobre todo que desarrollen sus habilidades de colaboración para la generación de conocimiento.

El aprendizaje móvil se distingue de otras modalidades de aprendizaje porque los estudiantes se encuentran en constante movimiento, además de considerar el aprendizaje que se genera fuera de las aulas tradicionales cuando las personas estructuran sus actividades para permitir los resultados educativos. Este aprendizaje debe comprender como algunas personas se sienten más cómodos al improvisar sitios de aprendizaje distintos a la silla y el escritorio, como por ejemplo cuando los niños pequeños se sientan debajo de la mesa de trabajo para crear un espacio privado de aprendizaje (Sharples *et al.*, 2005).

Brazuelo y Gallego (2014) señalan que, se debe considerar que un proceso educativo que involucre el uso de alguna tecnología, el estudiante es quien se mueve y lleva con él la tecnología móvil y que esto debe considerarse como un medio que facilita el aprendizaje, ya que, al moverse cambia el contexto de éste, así mismo menciona que el uso del aprendizaje móvil se ha ido desarrollando a la par que van surgiendo y perfeccionando los dispositivos móviles, destacando recientemente el uso de tablets, aplicaciones móviles, uso de realidad aumentada y códigos QR.

Rodríguez *et al.* (1997) mencionan que, en México el servicio social es un servicio obligatorio, analizó las aportaciones, obtenidas entre los años 1978 a 1993, de las instituciones de educación superior en México que se reunieron en diez congresos nacionales de servicio social de educación superior, reflexionando acerca del éxito y sus áreas de oportunidad e indica que el concepto de servicio social fue acuñado por la universidad.

Por otra parte, Turro *et al.* (2020) señalan al servicio social como una extensión de la Universidad que activa ciclos de evolución del sistema educativo, ya que resuelve problemas comunes dentro de la sociedad, adquiriendo funciones y características propias, tanto dentro del subsistema educativo como dentro del sistema social.

Las tecnologías emergentes de las que se esperaba su implementación a mediano plazo, en los planes de estudio de las instituciones de educación superior, han acelerado su llegada por la preferencia de los estudiantes de trabajar en plataformas y medios digitales. Así mismo, considerando la necesidad de desarrollar competencias hacia la Educación 4.0 en estudiantes del área de ingeniería, en este trabajo se presenta un análisis del impacto del desarrollo de competencias digitales y de aprendizaje autónomo en los estudiantes que participan en el programa de servicio social de una institución de educación superior.

METODOLOGÍA

Los resultados del presente estudio forman parte del programa de servicio social “Diseño de Objetos de Aprendizaje en Realidad Aumentada” en el cual participan estudiantes de octavo semestre de los programas educativos de Ingeniero Químico y de Ingeniero Industrial

Administrador de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Los estudiantes fueron seleccionados de acuerdo con sus aptitudes e intereses a través de una encuesta en línea del tipo Likert.

El objetivo del programa de servicio social consiste en el diseño y elaboración de objetos de aprendizaje en realidad aumentada compatibles con dispositivos móviles como herramientas de apoyo del aprendizaje de conceptos básicos de química general y metrología para estudiantes de ingeniería en Educación Superior. La metodología consistió en las siguientes etapas:

1. Análisis del uso de la realidad aumentada en el área de química y metrología.
2. Definición de los objetivos de aprendizaje.
3. Diseño de objetos de realidad aumentada.

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo bajo el modelo de Diseño Instruccional ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación, evaluación), el cual está basado en el enfoque de objetos de aprendizaje y principios constructivistas (Rubio *et al.*, 2012). Es importante mencionar que, los resultados obtenidos corresponden a la implementación de las primeras tres etapas de este modelo. Por lo anterior, el estudio está centrado a la evaluación del desarrollo de las competencias de los estudiantes de servicio social que participaron en el diseño de los objetos de realidad aumentada.

Las competencias a evaluar en los estudiantes de servicio social que se encuentran descritas en el plan de estudios son: a) Aplicar estrategias de aprendizaje autónomo en los diferentes niveles y campos del conocimiento que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos personal, académico y profesional y b) manejar las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de vanguardia que le permitan su participación constructiva en la sociedad.

Análisis del uso de la realidad aumentada en el área de química general y metrología

Se realizó un análisis del estado del arte de la realidad aumentada para el diseño de objetos de aprendizajes aplicados a la enseñanza de la química y de metrología. La búsqueda se realizó utilizando el portal de química **SciFinder**[®], en el cual se recopila bibliografía química que incluye 7 bases de datos, entre las que se encuentra la recopilación de información de más de 10,000 *journals* y patentes de 63 oficinas de patentes, libros, conferencias, etc. La búsqueda de la información se realizó utilizando las siguientes palabras clave: *augmented reality chemistry*; realidad aumentada química. Asimismo, se utilizó la base de datos bibliográfica de **Scopus**[®] que incluye resúmenes y citas de artículos de revistas científicas, conferencias y libros de investigación de todo el mundo, tanto para química como para metrología.

Definición de los elementos de competencia

Los elementos de competencia fueron definidos siguiendo una metodología cualitativa basada en la opinión experta de los catedráticos de la unidad de aprendizaje de química general de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Los programas educativos de Ingeniero Químico e Ingeniero Industrial Administrador fueron seleccionados para el

desarrollo de los objetos de realidad aumentada. Estos programas se encuentran certificados por la organización no gubernamental *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), la cual está dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria para asegurar que los planes de estudio de ingeniería y ciencia cumplan con los estándares mundiales de calidad.

En la unidad de aprendizaje de Química General se seleccionó el elemento de competencia de *identificar compuestos inorgánicos, mediante el reconocimiento de su nomenclatura y fórmula química, para expresar ecuaciones que representen procesos químicos, estimar reactivos limitantes y relaciones estequiométricas*, correspondiente al tema de nomenclatura química. Se analizó el alcance de esta competencia durante los periodos lectivos de enero-junio 2020, agosto-diciembre 2020, enero-junio 2021. La muestra consistió en 84 evaluaciones aplicadas a los estudiantes de Química General.

En la unidad de aprendizaje de Normalización y Metrología Dimensional se eligió el elemento de competencia de *reconocer los calibradores vernier de tipo digital, análogo y digital y realizar mediciones*, que corresponde al tema de uso y lectura de Vernier. Se evaluó el nivel de competencia alcanzado por los estudiantes mediante un examen escrito que evalúa la lectura correcta de mediciones de objetos mediante el uso del vernier. La muestra consistió en 108 evaluaciones correspondientes a los estudiantes inscritos en los periodos lectivos de agosto-diciembre 2019, enero-junio 2020, agosto-diciembre 2020.

Diseño de los objetos de realidad aumentada

El diseño de los objetos de realidad aumentada requirió de una capacitación previa de los estudiantes que formaron parte del programa de servicio social. Los estudiantes tomaron el curso online gratuito ofrecido por la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Una vez aprobado el curso, los estudiantes diseñaron los objetos de realidad aumentada mediante el software Fusion 360, los avances de los diseños fueron presentados en línea semanalmente. Durante las reuniones en línea, los estudiantes recibieron retroalimentación por parte de los catedráticos de química general y metrología, con la finalidad de mejorar la calidad de los objetos de realidad aumentada desarrollados. Finalmente, se evaluó el nivel de competencia alcanzado por los estudiantes de servicio social mediante una encuesta en línea con escala de Likert.

RESULTADOS

Análisis del uso de la realidad aumentada en el área de química general y metrología

El número de publicaciones científicas sobre realidad aumentada para química recopiladas en las bases de datos SciFinder® y Scopus® se muestran en la Figura 1. Como se puede observar, la cantidad de publicaciones se incrementó a partir del 2018. Este mismo comportamiento fue observado en las publicaciones sobre realidad aumentada aplicada a metrología (Figura 2). Por otra parte, se una mayor cantidad de publicaciones de estudios sobre realidad aumentada en química en comparación con metrología.

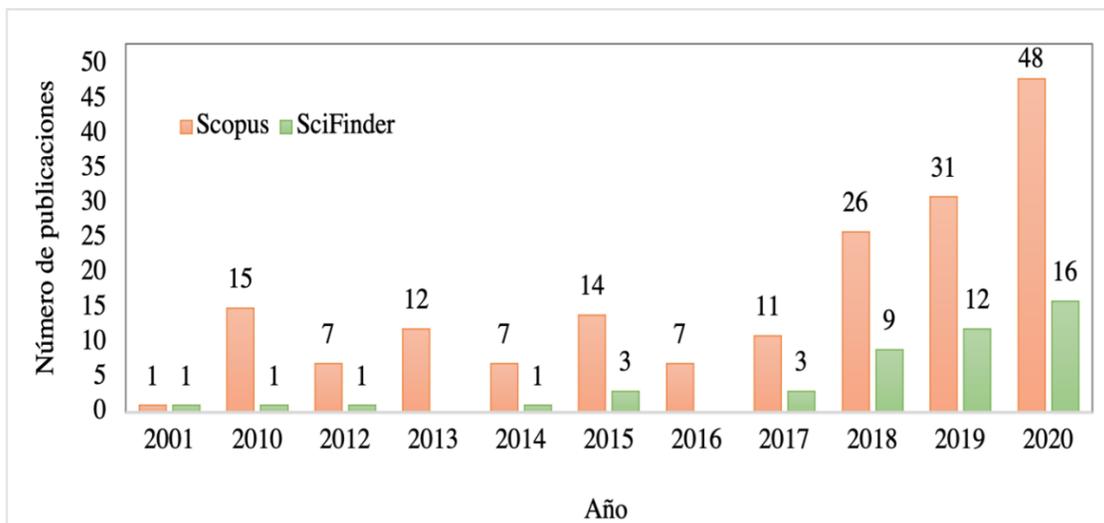


Figura 1. Número de publicaciones por año de realidad aumentada en química.

Nota Fuente: Base de datos Scopus® y SciFinder®.

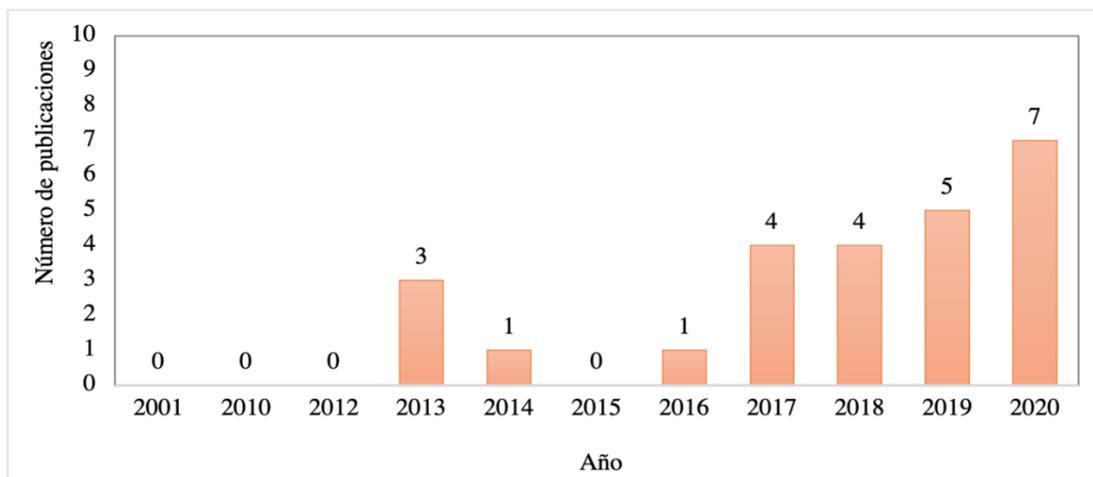


Figura 2. Número de publicaciones por año de realidad aumentada en metrología.

Nota Fuente: Base de datos Scopus® y SciFinder®.

Los países pioneros en el estudio y desarrollo de elementos de realidad aumentada para química fueron Estados Unidos de América, China, Indonesia y Alemania (Figura 3). Mientras que, Estados Unidos de América, Reino Unido, Alemania y Francia son los principales países en donde se realizaron estudios sobre realidad aumentada aplicada a metrología (Figura 4).

A partir del análisis del estado del arte, se considera pertinente el desarrollo de objetos de realidad aumentada para química y metrología.

Elementos de competencia

La pertinencia de los elementos de competencia seleccionados fue determinada a través de

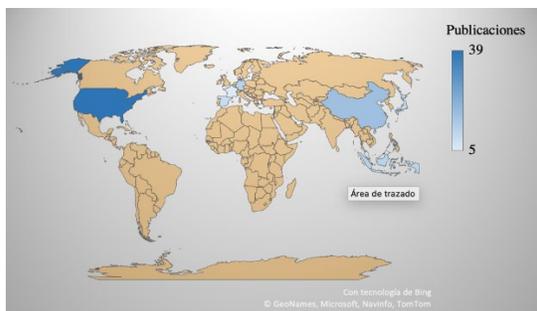


Figura 3. Publicaciones por país de realidad aumentada en química de 2001 a 2020.

Nota Fuente: Base de datos Scopus®.

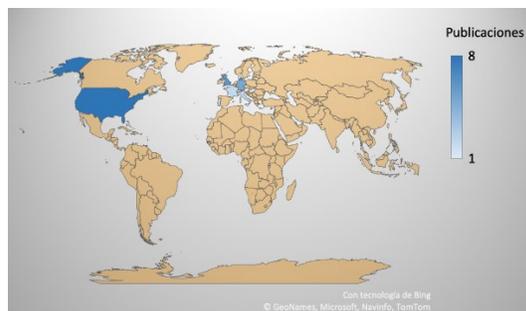


Figura 4. Publicaciones por país de realidad aumentada en metrología de 2001 a 2020.

Nota Fuente: Base de datos Scopus®.

las evaluaciones realizadas a los estudiantes de las unidades de aprendizaje de Química General y de Normalización y Metrología Dimensional de los programas educativos de Ingeniero Químico y de Ingeniero Industrial Administrador, respectivamente. En la Figura 5, se muestran los promedios de las calificaciones obtenidas en el tema de Nomenclatura por estudiantes de Química General en tres períodos lectivos. Como se puede observar, el rendimiento obtenido es bajo, por lo que, se comprueba la pertinencia de elaborar objetos de aprendizaje que sirvan como herramientas de apoyo para el aprendizaje de los conceptos de nomenclatura química.

Las evaluaciones realizadas a los estudiantes de Normalización y Metrología Dimensional demostraron un rendimiento no satisfactorio para los períodos lectivos de agosto 2019 y enero 2020, aunque se observó un incremento en el desempeño de los estudiantes en el periodo de agosto 2020 (Figura 6). Se espera que, con el uso de los objetos de realidad aumentada elaborados en este proyecto, se pueda contribuir a una mejora en el aprendizaje de los estudiantes tanto de Química General como de Normalización y Metrología Dimensional.

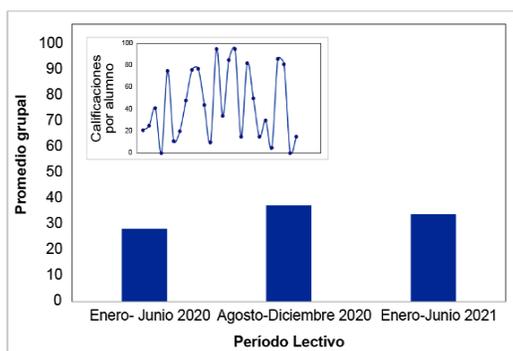


Figura 5. Resultados de las evaluaciones de nomenclatura química. Injerto: calificaciones por alumno en enero-junio 2021.

Nota Fuente: Elaboración propia.

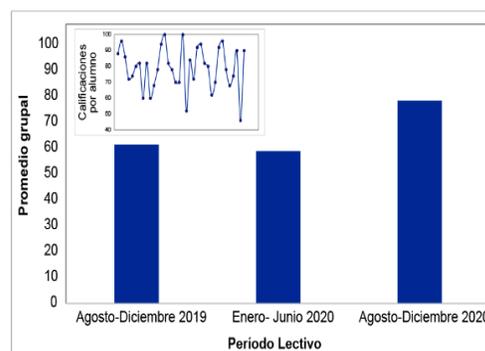


Figura 6. Resultados de las evaluaciones de uso y lectura de Vernier. Injerto: calificaciones por alumno en agosto-diciembre 2020.

Nota Fuente: Elaboración propia.

Diseño de los objetos de realidad aumentada

El programa de servicio social “Diseño de Objetos de Aprendizaje en Realidad Aumentada” contó con la participación de 3 estudiantes del programa de Ingeniero Químico y 9 estudiantes del programa de Ingeniero Industrial Administrador. Los estudiantes fueron seleccionados de acuerdo con su interés por el programa, se les aplicó una evaluación diagnóstica sobre sus aptitudes para el desarrollo de objetos de realidad aumentada. La mayoría de los estudiantes indicó tener un nivel de conocimientos “muy bueno” sobre diseño de modelos 3D (56%), mientras que, sólo el 11% de los estudiantes indicaron contar con un nivel de conocimientos “bueno” sobre diseño gráfico. Otras aptitudes evaluadas en la encuesta fue el aprendizaje autónomo, elaboración de reportes y conocimientos en herramientas digitales, donde los resultados indicaron que los estudiantes consideran que tienen un nivel de conocimientos “bueno” del 56, 89, y 44%, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la evaluación diagnóstica aplicada a los estudiantes sobre sus competencias antes de iniciar el servicio social.

Nivel de competencia	Diseño de modelos 3D	Diseño gráfico	Aprendizaje autónomo	Elaboración de reportes	Comunicación efectiva	Herramientas digitales
	Porcentaje de estudiantes (%)					
Ninguno	33	33	0	0	0	0
Bajo	11	11	0	0	0	11
Suficiente	0	44	22	0	0	33
Bueno	56	11	56	89	56	44
Muy Bueno	0	0	22	11	44	11

Como primera actividad del servicio social, los estudiantes tomaron una capacitación sobre modelado 3D en donde todos aprobaron satisfactoriamente el curso. Posteriormente, se realizaron reuniones virtuales semanales, donde presentaron propuestas de objetos de realidad aumentada para diseñar, así como, los avances y diseños de modelos 3D previamente asignados por los catedráticos de las unidades de aprendizaje de Química General y de Normalización y Metrología Dimensional (Figura 7). Los objetos de realidad aumentada diseñados por los estudiantes de servicio social formarán parte de dos libros de realidad aumentada que servirán como herramienta de apoyo al aprendizaje de estudiantes de ingeniería.

Finalmente, se realizó una encuesta en línea a los estudiantes de servicio social para conocer el impacto de las actividades realizadas durante el diseño de los objetos de realidad aumentada en sus competencias. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 86% de los estudiantes considera que “casi siempre” o “siempre” tuvo una experiencia y un impacto favorable en la competencia de manejo y uso de software. Por otra parte, el 100% de los estudiantes consideraron haber tenido una excelente experiencia y un impacto favorable en el desarrollo de estrategias de aprendizaje autónomo (Tabla 2). Comparando los resultados de la Tabla 1 y 2, es posible observar que el diseño de objetos de realidad aumentada por parte de los estudiantes de servicio social les permitió aumentar el nivel de competencia de aprendizaje autónomo y de herramientas digitales.

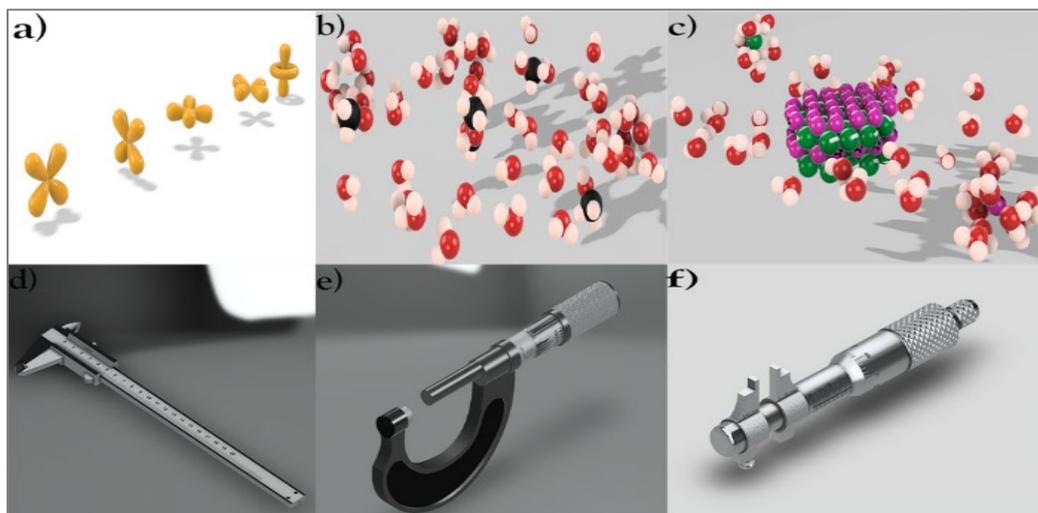


Figura 7. Ejemplos de los objetos de realidad aumentada realizados por los estudiantes del programa de servicio social para *Química General*: a) orbitales, b) compuestos moleculares, y c) compuestos iónicos; y para *Normalización y Metrología Dimensional*: d) Vernier, e) micrómetro, y f) micrómetro de interiores.

Tabla 2. Resultados de la autoevaluación aplicada a los estudiantes de servicio social sobre el alcance de competencias.

Nivel de competencia	Manejo y uso operativo de software	Desarrollo y elaboración de nuevos materiales multimedia	Comunicación efectiva	Aprendizaje y trabajo colaborativo	Estrategias de aprendizaje autónomo	Desarrollo profesional
	Porcentaje de estudiantes (%)					
Nunca	0	0	0	0	0	0
Casi Nunca	14	0	0	14	0	0
Casi Siempre	29	29	57	43	0	14
Siempre	57	71	43	43	100	86

CONCLUSIONES

En este artículo se demuestra un recién creciente interés por el diseño y uso de objetos de realidad aumentada para química y metrología como estrategias para la Educación 4.0, que contribuyan a lograr un mejor aprendizaje y adaptación a la transformación digital de la Industria 4.0. Por otra parte, los objetos de realidad aumentada no sólo tienen un impacto en quienes los usan como herramientas de aprendizaje, sino que también favorecen el logro de competencias en quienes los desarrollan.

En este sentido, en el presente estudio se demostró que los estudiantes que participaron en el programa de servicio social “Diseño de Objetos de Realidad Aumentada” lograron un mayor nivel en las competencias de aprendizaje autónomo, uso de herramientas digitales y trabajo colaborativo. Por lo anterior, actualmente se está llevando a cabo un segundo programa de servicio social, donde los estudiantes de ingeniería desarrollan aplicaciones móviles como

una estrategia de desarrollo de habilidades necesarias en la Educación 4.0, que además los califica en el uso de herramientas de la Industria 4.0.

BIBLIOGRAFÍA

- Benešová, A. & Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing, volume (11)*, pp. 2195-2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Brazuelo, F. y Gallego, D. (2014). Estado del Mobile Learning en España. *Educación en Revista, spe4*, pp. 99-128. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38646>
- Cortés, J., Pérez, A., Mejía, J., Hernández, M., Fabila, D. y Hernández, L. (2020). La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada. *Revista Innovación Educativa, volumen 20 (82)*, pp. 25-43.19p. <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-82/Innovacion-Educativa-No-82.pdf#page=25>
- Del Val, J. L. (2016). Industria 4.0: La transformación digital de la industria. *Revista Deusto Ingeniería*. <https://revistaingenieria.deusto.es/tag/industria-4-0/>
- EDUCAUSE (2020). *2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE Publications. <https://library.educause.edu/resources/2020/3/2020-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Rodríguez, Y., Limones, R., Castañón, M., Bascuñán, L., López, M. y Ruíz, M. (1997). *Caminos y rumbos del servicio social en México. Diagnóstico de 10 Congresos nacionales de Servicio Social (1ª ed.)*. Universidad Iberoamericana, Universidad Intercontinental, Universidad Pedagógica Nacional. <http://200.23.113.59:8080/jspui/bitstream/123456789/1032/1/Caminos%20y%20rumbos%20del%20servicio%20social%20en%20Mexico.pdf>
- Rubio-Quintero, N., Balam, L. y Cáceres, D. (2012). Diseño de un objeto de aprendizaje para la enseñanza de la química experimental. *Educación y Ciencia, Cuarta Época, volumen 2*, núm. 5 (40), pp. 59-74. <http://www.educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/2/pdf>
- Sánchez, M. y Vidal, O. (2014). La Formación del estudiante universitario colaborando en proyectos de investigación en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 1(1)*, 1-10. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/13>
- Sharples, M, Taylor, J. & Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. *Journal Proceedings of mLearn, vol. 1*. https://www.researchgate.net/publication/228346088_Towards_a_theory_of_mobile_learning
- Toriz, E. G. (2019). La realidad aumentada en la formación ingenieros para la generación de cero residuos. *Revista electrónica ANFEI digital, 6(11)*, 1-10. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/download/611/1248>

Turro, A., Pastrana, S. y Matos, Z. (2020). Servicio social universitario, una doble aportación al desarrollo local. En C.A. Ken, M. Mora y S. E. Serrano (Coords), *Factores Críticos y Estratégicos en la Interacción Territorial desafíos actuales y escenarios futuros*, Vol. 4. <http://ru.iiec.unam.mx/5226/>