



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898476*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XI

Número: Edición Especial.

Artículo no.:22

Período: Diciembre, 2023

TÍTULO: Objeto de aprendizaje STEAM para la promoción del patrimonio cultural rupestre en Tamaulipas: niños y niñas en un "Día del investigador UAT".

AUTORES:

1. Dr. Pablo Alberto Cerda-Luque.
2. Dr. Rubén Suárez-Escalona.
3. Dra. Rosario Lucero Cavazos-Salazar.
4. Dr. Miguel Reyna-Castillo.

RESUMEN: La metodología STEAM dispone y fomenta el interés de los estudiantes para sumarse a una educación de calidad acorde al llamado al desarrollo sostenible de la agenda 2030. El objetivo del trabajo es evaluar un objeto de aprendizaje STEAM usado para promover el patrimonio cultural rupestre en niños y niñas de Tamaulipas. La metodología fue empírica estadística ($n=84$) mediante el análisis de datos de un cuestionario post-test, luego de una microclase sobre pinturas rupestres regionales llevada a cabo en un "Día del investigador UAT". El objeto de aprendizaje incluyó actividades basadas en tecnología de fotografía semi-inmersiva de 720° y en prácticas de expresión de arte gráfico, obteniéndose resultados significativos en el aprendizaje STEAM.

PALABRAS CLAVES: objeto de aprendizaje STEAM, realidad semi-inmersiva, expresión artística, patrimonio cultural, pinturas rupestres.

TITLE: STEAM learning object for the promotion of rock cultural heritage in Tamaulipas: boys and girls in a "UAT researcher day".

AUTHORS:

1. PhD. Pablo Alberto Cerda-Luque.
2. PhD. Rubén Suárez-Escalona
3. PhD. Rosario Lucero Cavazos-Salazar
4. PhD. Miguel Reyna-Castillo.

ABSTRACT: The STEAM methodology provides and encourages the interest of students to join quality education in accordance with the call for sustainable development of the 2030 agenda. The objective of the work is to evaluate a STEAM learning object used to promote rock cultural heritage in children and girls from Tamaulipas. The methodology was empirical statistics (n=84) through the analysis of data from a post-test questionnaire, after a microclass on regional rock paintings carried out on a "UAT Researcher's Day". The learning object included activities based on 720° semi-immersive photography technology and graphic art expression practices, obtaining significant results in STEAM learning.

KEY WORDS: STEAM learning object, semi-immersive reality, artistic expression, cultural heritage, cave paintings.

INTRODUCCIÓN.

La agenda 2030 ha hecho el llamado a la educación de calidad e inclusiva como una condición necesaria de camino al desarrollo sostenible. La educación debe ser sostenible en su contenido, en método, así como en los fines a los que debe llevar a la sociedad. Es así como la educación sostenible privilegia el acceso a materias clave que engloben a las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM). Estas materias son consideradas catalizadoras para promover vocaciones a profesiones dentro de la era tecnológica 4.0, las cuáles permiten movilidad social a niños y niñas en condiciones de vulnerabilidad (González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022).

En el ámbito de la calidad educativa contemporánea, estamos siendo testigos de una transformación acelerada impulsada por las tecnologías inmersivas. Dentro de este espectro, la Realidad Inmersiva (RI) se ha erigido como una herramienta altamente promisoría, especialmente en el contexto de la educación STEAM. A pesar de su potencial, es un hecho que la incorporación directa de este nuevo medio en las aulas sigue siendo limitada, resultando en una escasa distribución de sus ventajas entre un reducido grupo de estudiantes elegidos (Bhandari & O'Neill, 2020; Jesionkowska et al., 2020).

Los programas curriculares, que ya se encuentran abarrotados, rara vez cuentan con el margen para la exploración y experimentación que esto requeriría, una limitante que es exacerbada por la carestía de recursos en las instituciones educativas para la implementación de RI (Jesionkowska et al., 2020; Johnson-Glenberg et al., 2021).

El aprendizaje basado en tecnología de la realidad virtual inmersiva (iVR) ha sido un recurso especial para ser usada en asignaturas donde se puede llevar a cabo las excursiones virtuales (VFT) y se consideran cada vez más como una forma efectiva de enseñanza para complementar o reemplazar las excursiones reales (AFT) en las condiciones en donde no son factibles por accesibilidad local o incluso carencia de recursos (Bhandari & O'Neill, 2020). Resultados indican que la participación didáctica en una experiencia inmersiva; basada en juegos es un mecanismo potencial para despertar y desarrollar intereses y habilidades STEAM (Gilliam et al., 2017).

Respondiendo al llamado del Desarrollo Sostenible, las universidades generan escenarios para la divulgación de la ciencia, un ejemplo de estos espacios es “El Día de la Investigación UAT”, el cual constituye un evento anual organizado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Su propósito radica en difundir el conocimiento científico generado en la institución hacia la sociedad en general, a través de actividades entretenidas, dinámicas y divulgativas; asimismo, se plantea como uno de sus propósitos fundamentales promover la comunicación pública de la ciencia, integrando la

labor científica en la conciencia colectiva, lo que a su vez estimula las vocaciones científicas entre niños/as y jóvenes, y robustece la alfabetización científica en la sociedad en su conjunto (UAT, 2023).

En el marco del “El Día de la Investigación UAT” 2022 se desarrolló una didáctica basada en enfoque STEAM con tecnología de Fotografía semi-inmersiva y expresión artística. En el taller científico se divulgaron ante niños y niñas de primaria los hallazgos de la investigación del Cuerpo Académico Diseño, Tecnología y Sociedad (UAT-CA-168) sobre el desarrollo tecnológico de un objeto aprendizaje basado en fotografía semi-inmersiva de 720°. La fotografía esférica o envolvente, se le llama así por la suma de los dos grados de visión, 360° en horizontal y 360° en vertical (Hsiao et al., 2021) (figura 1).

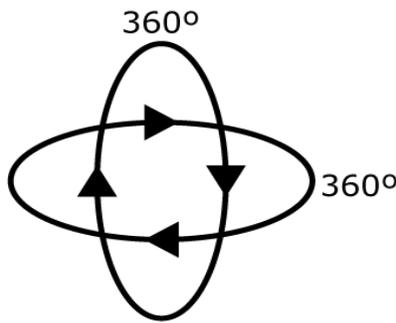


Figura 1 Representación gráfica de la perspectiva envolvente de la fotografía de 720°.

Elaboración propia.

La finalidad temática fue la promoción y divulgación de pinturas rupestres encontradas en zonas serranas del Estado de Tamaulipas. Se desarrolló y se ejecutó un microtaller de ciencia denominado “Conociendo mi entorno: Pinturas rupestres en Tamaulipas”. El objeto de aprendizaje (Cerde-Luque, 2023) basado en fotografía semi-inmersiva de 720°, se construyó a partir de fotografías tomadas presencialmente a pinturas rupestres plasmadas en abrigos rocosos y cavernas de la sierra chiquita “San Carlos”, en el municipio de Burgos, Tamaulipas (figura 2).

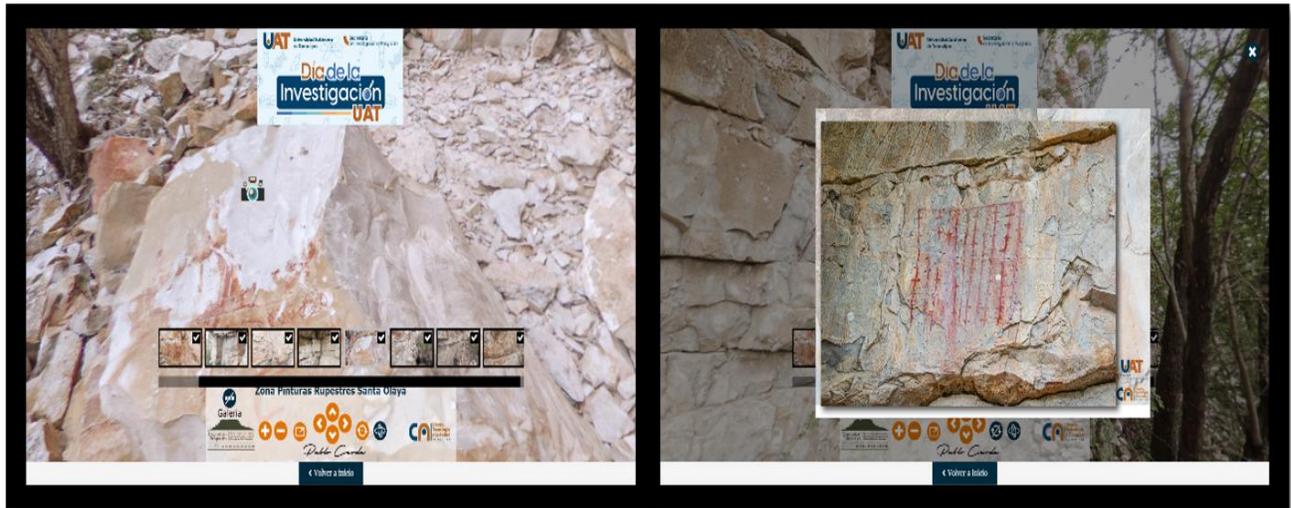


Figura 2 objeto de aprendizaje basado en fotografía inmersiva de 720°.

Tomado de Cerda-Luque (2023).

La técnica semi-inmersiva basada en fotografía de 720° ha sido útil y eficiente en aspectos que van desde temas de salud y diagnóstico (Yi et al., 2019) hasta renderización de arquitectura (Shing-Chow Chan et al., 2005); por otro lado, la promoción cultural en zonas ecoturísticas y patrimoniales ha pasado de la realidad mixta inmersiva de 360° (Deng et al., 2020) al uso de la realidad envolvente 720° (Hsiao et al., 2021). Los estudios también muestran que combinar recursos didácticos tecnológicos con recursos artísticos permiten un aprendizaje significativo holístico donde se ponen en juego habilidades de ejecución técnica afectiva (Jesionkowska et al., 2020). Los estudiantes participantes tuvieron oportunidad de expresar en una piedra de laja su propio mensaje rupestre acorde a su estado personal en ese momento (Figura 3).



Figura 3. Estrategia didáctica inmersiva 720° y expresión artística.

Fuente propia.

DESARROLLO.

Metodología.

El objeto de este manuscrito fue evaluar el aprendizaje que incluyó actividades basadas en tecnología de fotografía semi-inmersiva 760° y actividades basadas en prácticas de expresión artística. La metodología fue empírica estadística ($n=84$) mediante el análisis de los datos de un cuestionario post-test tipo Likert de 5 puntos, luego de una microclase sobre pinturas rupestres regionales llevada a cabo en un "Día del investigador UAT". Las dimensiones correlacionadas fueron tres: Aprendizaje STEAM, Orientación hacia la investigación, y Cultura de cuidado patrimonial rupestre. Se validaron medidas por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) y se valoró el modelo estructural para contrastar las hipótesis de los efectos. Los participantes fueron niños y niñas de escuelas públicas de nivel básico de la zona sur de Tamaulipas. En la tabla 1 se presentan las características de la muestra.

Tabla 1. Características de la muestra.

Característica	Casos
Sexo	
Mujer	43
Hombre	41
Edad	
9-10 años	51
11-12 años	22
13-14 años	11
Municipio	
Cd. Madero	51
Tampico	33

Elaboración propia.

Análisis estadístico.

Se utilizó la técnica de Modelización de Ecuaciones Estructurales (SEM) basada en Mínimos Cuadrados Parciales (PLS), haciendo uso del programa SmartPLS 4 (Ringle et al., 2015). Dos procesos permiten el testeo hipotético de efectos en los modelos estructurales basados en PLS. 1) Validación del modelo de medida, y 2). Corrida del modelo estructural. La condición para considerar válido un modelo de medida debe garantizar: a) Fiabilidad individual de los indicadores, b) Fiabilidad y validez de los constructos, y c) Validez discriminante entre constructos (Hair et al., 2019). En este trabajo se exploran dos relaciones directas positivas:

Hi.1. Existe un efecto directo y positivo entre la Experiencia de aprendizaje STEAM y la Orientación a la investigación rupestre en estudiantes de educación básica.

Hi.2. Existe un efecto directo y positivo entre la Experiencia de aprendizaje STEAM y la Cultura de cuidado patrimonial rupestre en estudiantes de educación básica.

Es también un requisito necesario un monograma de relaciones para la validación de las relaciones estructurales SEM-PLS. A continuación, se muestra el modelo de relaciones hipotéticas utilizado en esta exploración (figura 3).

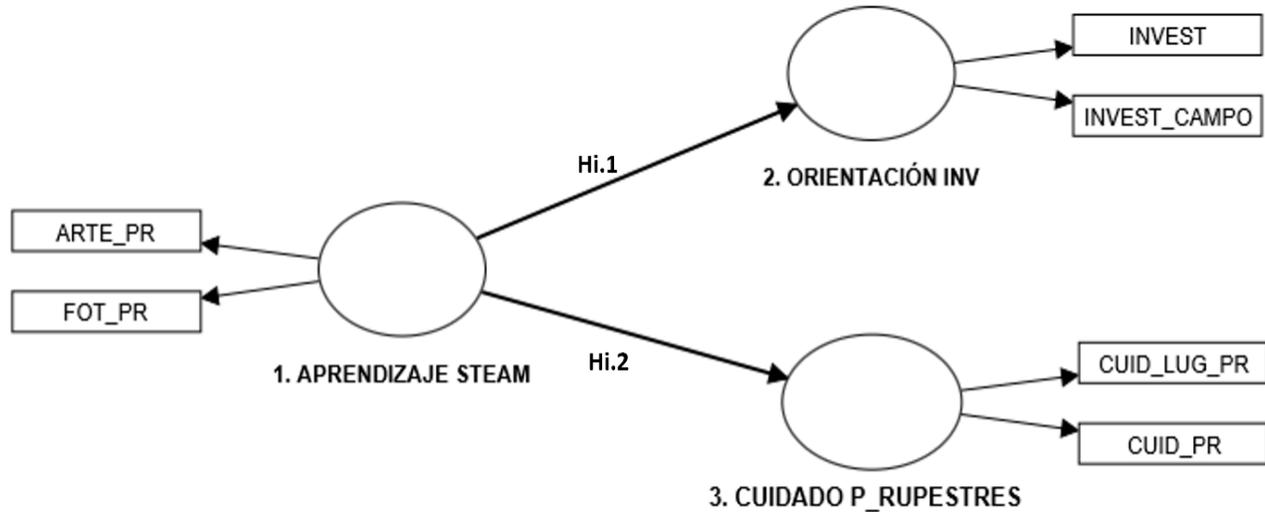


Figura 4 Monograma de relaciones hipotéticas.

Elaboración propia.

Resultados.

Fiabilidad individual y validez de constructos.

La fiabilidad individual en los indicadores exige una carga externa mínima de $\lambda \geq 0.400$; la consistencia interna, confiabilidad y validez convergente en los constructos requiere de $RC > .700$, $\rho_A > .708$ y $AVE > .500$. La validez discriminante entre los constructos requiere de un $HTMT \leq .900$; así mismo, que el efecto predictor en cada constructo; es decir, requiere una varianza explicada de $R^2 > .100$ (Hair et al., 2019; Hair Jr. et al., 2019). Como se puede observar en la tabla 2, todos los valores cumplen con los parámetros requeridos; por tal razón, se puede asegurar que se cuenta con medidas confiables tanto en lo individual como en lo dimensional.

Tabla 2 Fiabilidad individual, validez de constructo, HTMT y R2.

Constructos / ítems	$\rho_a /$	ρ_c	AVE	HTMT			R2
	c. ext			1	2	3	
1. Aprendizaje STEAM	0.745	0.887	0.797	1	2	3	
Fotos 720o_PR	0.894			-			
Arte_PR	0.891						
2. Orientación a la Investigación	0.831	0.91	0.835	0.710	-		0.673
Deseo por investigar_PR	0.895						
Deseo visita de campo_PR	0.933						
3. Cultura de cuidado rupestre	0.786	0.792	0.663	0.847	0.877	-	0.545
Cuidado del lugar_PR	0.661						
Cuidado PR	0.943						

Elaboración propia.

El modelo estructural no presenta problemas de colinealidad, ya que los estadísticos encuentran valores del factor de inflación de varianza (VIF) por debajo de 3.3, con un alcance máximo de 1.232. Dada la condición mencionada, es posible proceder con la validación del modelo estructural y la verificación de hipótesis. La tabla 3 muestra los resultados del modelo hipotético.

Tabla 3. Resumen de los resultados de las pruebas de hipótesis del modelo de medición.

Relación hipotética	β	M	STDEV	t	p
Hi.1. Aprendizaje STEAM -> Orientación a la Investigación	0.821	0.817	0.075	10.969	0.000 (soportada)
Hi.2. Aprendizaje STEAM -> Cultura de cuidado rupestre	0.738	0.749	0.077	9.569	0.000 (soportada)

Elaboración propia.

Se comprobó la hipótesis 1 que apoya la relación directa y positiva entre el Aprendizaje STEAM y La Orientación a la Investigación mediante coeficientes estadísticos significativos de $\beta = 0.821^{***}$, $p = 0.000$ y $R^2 = 0.673$. Lo anterior implica, que en el contexto de la muestra analizada, el uso del

objeto de aprendizaje STEAM que integra tecnología semi-inmersiva 720°, en conjunto con el arte gráfico, resultaron un catalizador que despertó en los participantes el deseo por seguir investigando sobre las pinturas rupestres, así como el deseo de hacer una visita de campo real a la zona de las cuevas.

Los resultados son consistentes con la literatura en donde se ha sostenido que la educación STEAM es un impulsor del aprendizaje activo (González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022; Jesionkowska et al., 2020). Si bien la realidad virtual mixta inmersiva fue demostrada como un recurso didáctico efectivo para la enseñanza donde se pueden complementar o reemplazar las excursiones reales (Bhandari & O'Neill, 2020), nuestros hallazgos mostraron que los recorridos virtuales semi-inmersivos no sólo sustituyen recorridos reales, sino que también pueden ser un facilitador que impulsa el deseo de los estudiantes para realizar excursiones reales.

Por otro lado, se comprobó la hipótesis 2 donde se apoya la relación directa y positiva entre el Aprendizaje STEAM y Cultura de cuidado rupestre mediante coeficientes estadísticos significativos de $\beta = 0.738^{***}$, $p = 0.000$ y $R^2 = 0.545$. Lo anterior implica, que dentro de los límites de la muestra analizada, al uso de la realidad envolvente 720° y las prácticas artísticas fueron un motivante para provocar en los participantes una intención de cuidado tanto de las pinturas rupestres, así como el cuidado de las zonas donde se encuentran las culturas rupestres de su región tamaulipeca (Hsiao et al., 2021; Jesionkowska et al., 2020).

CONCLUSIONES.

El objetivo de este manuscrito fue evaluar un aprendizaje STEAM que incluía actividades basadas en tecnología de fotografía semi-inmersiva 760° y actividades basadas en prácticas de expresión artística gráfica.

Luego del análisis de resultados empírico-estadísticos tanto del modelo de medida como del modelo estructural, dentro del contexto de la muestra, se puede afirmar, que el objeto de aprendizaje STEAM

usado para la promoción del patrimonio cultural rupestre en Tamaulipas tuvo un efecto de aprendizaje significativo en los niños y niñas que asistieron a un "Día del investigador UAT" en las instalaciones universitarias de la Autónoma de Tamaulipas.

Como implicaciones educativas podemos sugerir la necesidad de explotar en el aula la tecnología semi-inmersiva, así como la expresión gráfica artística en materias sobre el conocimiento del entorno. Lo anterior hace un llamado a los investigadores de la tecnología educativa a la indagación y generación de nuevos objetos de aprendizajes STEAM para las diferentes niveles y saberes de la escuela mexicana, así como su divulgación ante docentes.

La realidad virtual semi-inmersiva mixta pone a disposición contacto con lugares rurales desconocidos en zonas urbanas; así mismo, lugares urbanos desconocidos en zonas rurales vulnerables. Se reconoce como límite de la investigación que este estudio no es generalizable; no obstante, la potencia estadística de la técnica nos permite suponer que en condiciones semejantes es posible suponer resultados equiparables. Se hace el llamado a replicar las condiciones STEAM llevadas a cabo en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Bhandari, N., & O'Neill, E. (2020). Influence of Perspective on Dynamic Tasks in Virtual Reality. 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 939–948. <https://doi.org/10.1109/VR46266.2020.00114>.
2. Cerda-Luque, P. A. (2023, August 28). Diagnóstico y Prospectiva Sobre las condiciones socio-ecológicas imperantes en la región mezcalera de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Zona Pinturas Rupestres Santa Olaya. <https://destinosierrachiquita.info/pinturas-rupestres-burgos/>.
3. Deng, Y., Han, S.-Y., Li, J., Rong, J., Fan, W., & Sun, T. (2020). The design of tourism product CAD three-dimensional modeling system using VR technology. PLOS ONE, 15(12), e0244205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244205>.

4. Gilliam, M., Jagoda, P., Fabiyi, C., Lyman, P., Wilson, C., Hill, B., & Bouris, A. (2017). Alternate Reality Games as an Informal Learning Tool for Generating STEM Engagement among Underrepresented Youth: a Qualitative Evaluation of the Source. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 295–308. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9679-4>.
5. González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>.
6. Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1). <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>.
7. Hair Jr., J. F., M. Hult, G. T., M. Ringle, C., Sarstedt, M., Castillo Apraiz, J., Cepeda Carrión, G. A., & Roldán, J. L. (2019). *Manual de Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (Segunda Edición)*. OmniaScience. <https://doi.org/10.3926/oss.37>.
8. Hsiao, T.-C., Yan, R., Chang, C.-Y., Chen, C.-C., & Guo, M. (2021). Application of Virtual Reality Technology to Display of “Maritime Silk Route” Culture. *Sensors and Materials*, 33(2), 815. <https://doi.org/10.18494/SAM.2021.3049>.
9. Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
10. Johnson-Glenberg, M. C., Bartolomea, H., & Kalina, E. (2021). Platform is not destiny: Embodied learning effects comparing 2D desktop to 3D virtual reality STEM experiences. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1263–1284. <https://doi.org/10.1111/jcal.12567>.
11. Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J.-M. (2015). *SmartPLS 4*. Bönningstedt: SmartPLS. Retrieved From. <http://www.smartpls.com>.

12. Shing-Chow Chan, King-To Ng, Zhi-Feng Gan, Kin-Lok Chan, & Heung-Yeung Shum. (2005). The plenoptic video. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 15(12), 1650–1659. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2005.858616>.
13. UAT. (2023, August 28). Universidad Autónoma de Tamaulipas. El Día de La Investigación UAT. <https://diainvestigacion.uat.edu.mx/>
14. Yi, S., Meng, F., Xiong, F., Bharati, S., Leighton, J. A., & Shabana, P. (2019). Capsule endoscopy with 720-degree imaging and VR. In A. Mahadevan-Jansen & W. S. Grundfest (Eds.), *Advanced Biomedical and Clinical Diagnostic and Surgical Guidance Systems XVII* (p. 46). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2508877>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Pablo Alberto Cerda-Luque.** Doctor en Publicidad, RRPP y Comunicación Audiovisual. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Profesor universitario. México. Correo electrónico: pcerda@docentes.uat.edu.mx
2. **Rubén Suárez-Escalona.** Doctor en Filosofía con acentuación en Administración. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Profesor universitario. México. Autor de correspondencia. Correo electrónico: ruben.suarez@uanl.edu.mx
3. **Rosario Lucero Cavazos-Salazar.** Doctora en Planeación estratégica para la mejora del desempeño. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Profesor universitario. México. Correo electrónico: lucero.cavazos@uanl.mx
4. **Miguel Reyna-Castillo.** Doctor en Gestión Estratégica de Negocios. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Profesor universitario. México. Correo electrónico: mreyna@docentes.uat.edu.mx

RECIBIDO: 4 de septiembre del 2023.

APROBADO: 9 de octubre del 2023.