Evidencia adaptada con fines de capacitación. Se registra un solo proyecto para fines ilustrativos.

FORMATO – 9.4

Nombre del(la) profesor(a): Profesor ejemplo
Categoría a la que se aspira: Asistente
Fecha y categoría de última clasificación: Sin clasificación

Artículo 9.4

Implementar innovación educativa con la intención de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, desde su última clasificación en los últimos 3 años, documentando una implementación y el impacto de esta en su(s) curso(s).

Formato

Usando realidad aumentada en dibujo computarizado para mejorar la habilidad visualización espacial

Nombre y clave del curso	M2008B Diseño de elementos de máquinas
Semestre	AD2023
Breve descripción de la innovación	El presente proyecto implicó el diseño e implementación de material educativo que permita, mediante la utilización de tecnología de realidad aumentada, el desarrollo de la competencia visualización espacial en tres dimensiones en estudiantes de ingeniería durante la construcción de planos.
Intención de mejora e impacto esperado	Mejorar la competencia visualización espacial en tres dimensiones en estudiantes de ingeniería, esperando un impacto positivo con el uso de la tecnología.
Objetivos general y particulares de la innovación educativa	Determinar si el uso de realidad aumentada (RA) favorece al desarrollo de la competencia de visualización espacial en estudiantes de ingeniería.
Metodología	La investigación se llevó a cabo con dos grupos del campus XYZ, uno trabajó con el método tradicional mientras que el segundo realizó actividades tanto en método tradicional como en realidad aumentada. Se midió la habilidad de visualización espacial en ambos grupos en dos momentos, al inicio del curso y al final, utilizando la prueba de Ronald Guay: Purdue Spatial Visualization Test.

Resultados e impacto alcanzado	Tanto en el grupo experimental como en el grupo control se obtuvo una mejora de la habilidad de visualización espacial, pero comparativamente, el nivel promedio de mejora fue superior en el grupo con apoya de realidad aumentada. En cuanto al tiempo que toma a los estudiantes realizar planos, así como los errores cometidos utilizando una u otra metodología, se obtuvieron significativamente mejores resultados en dos de tres ejercicios en el grupo en que se utilizó RA. También se aplicó una encuesta para evaluar la percepción de los estudiantes, cuyo resultado muestra mayor atractividad, motivación, y muestran una inclinación positiva al uso de realidad aumentada.

Aporte evidencia de los elementos descritos, particularmente de la implementación en su(s) curso(s), los resultados e impacto (aporte constancias, cartas oficiales, capturas de canvas u otras evidencias que permitan validar cada elemento, así como la identificación de fechas, cursos, etc.). Utilice la tabla siguiente para indicar al comité que evidencias se presentan y en qué orden. Puede agregar sus evidencias en este mismo archivo (pegándolas bajo la tabla) o agregar otros archivos (en este caso, indique en la tabla el nombre del archivo como parte de la descripción). Si agrega el reporte de Registro i recuerde agregar también las evidencias, no solamente el documento descriptivo.

# de evidencia	Nombre de la evidencia	Breve descripción de la evidencia
1.	Descripción	Descripción general del proyecto
2.	Novus	Carta Novus
3.	Poster Congreso	Poster de presentación en congreso
4.	Fotos	Fotos de la implementación

1. Descripción

Planteamiento del problema

Estudiar es la evaluación del impacto de la realidad aumentada (RA) en comparación con un método de enseñanza tradicional, en cuanto al desarrollo de la competencia de visualización espacial, particularmente aplicada en tres dimensiones y en procedimental al realizar planos.

Objetivo del proyecto

Objetivo General:

Determinar si el uso de realidad aumentada favorece al desarrollo de la competencia de visualización espacial en tres dimensiones en estudiantes de ingeniería.

Objetivos específicos:

1) Identificar el nivel promedio de la competencia de visualización espacial en tres dimensiones de los alumnos que ingresan al curso y comparar los resultados entre el grupo bajo metodología tradicional y el que utiliza RA.
2) Implementar al menos 3 prácticas de RA y método tradicional donde los estudiantes ejerciten la visualización espacial en la construcción de planos para cuantificar la diferencia en el desempeño en las actividades realizadas con RA y con metodología tradicional.
3) Evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso de método tradicional y RA.

Métodos

Para esta investigación, se realizaron pruebas de visualización espacial en dos grupos, uno experimental (en el cual se realizaron actividades utilizando tanto metodología tradicional como RA.) y uno de control (el cual trabajó con una metodología tradicional).

Estas pruebas de medición fueron realizadas al inicio y final del curso mediante la prueba diseñada por Ronald Guay, el Purdue Spatial Visualization Test. Para realizar la comparación se realizó una prueba de hipótesis de media.

Con el segundo grupo se compararon los resultados obtenidos por los mismos alumnos en ejercicios de complejidad equiparable realizados bajo las dos metodologías; los datos recolectados fueron: tiempo en el que resolvían el ejercicio y errores obtenidos. Para evaluar los resultados de cada ejercicio, se utilizó una prueba t pareada en cada uno de los casos.

Por último, se solicitó a los estudiantes que llenaran una encuesta de percepción donde comparaban ambos métodos.

Resultados

Se analizaron los datos obtenidos para cada uno de los objetivos específicos del proyecto.
Se calculó la mejora en la calificación obtenida en una evaluación de la habilidad espacial de los estudiantes al inicio y al final del curso en dos grupos diferentes.

1) El primer grupo curso la materia usando el formato tradicional.
2) El segundo grupo curso la materia apoyado con AR.

El promedio de mejora en el grupo que utilizó AR resultó ser mayor que el promedio de mejora del grupo tradicional. Para hacer la comparación se realizó una prueba de hipótesis de media, donde se puede concluir que la mejora promedio del grupo con AR resultó significativa con un P valor de 0.014.

Method

μ_1: population mean of DeltaE
μ_2: population mean of DeltaC
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
DeltaE	16	12.08	9.02	2.3
DeltaC	15	2.0	14.2	3.7

Estimation for Difference

Difference	95% Lower Bound for Difference
10.08	2.69

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

T-Value	DF	P-Value
2.34	23	0.014

Se realizaron 3 ejercicios en el grupo con AR. En cada ejercicio, se proporcionó al mismo estudiante dos problemas de dificultad equiparable y se le solicito que el primero lo resolviera por el método tradicional, mientas que el segundo se resolvió con el apoyo de AR.
Para evaluar los resultados de cada ejercicio, se utilizó una prueba t pareada en cada uno de los casos. Tanto para la variable “Tiempo” como para “Error”, dos de los 3 ejercicios mostraron una mejora con el uso de AR, mientras que uno de los ejercicios mostro igual resultado en el ejercicio tradicional y el de AR.

Ejercicio 1 TIEMPO

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-Time1	19	337.6	85.4	19.6
AR TIME1	19	288.1	76.2	17.5

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
49.5	115.3	26.5	3.6

μ_difference: population mean of (T-Time1 - AR TIME1)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
1.87	0.039

Significativa a 95%

T-time1 > AR-time1

Ejercicio 2 TIEMPO

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-Time2	18	182.6	65.0	15.3
AR-Time2	18	99.8	35.2	8.3

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
82.8	65.2	15.4	56.0

μ_difference: population mean of (T-Time2 - AR-Time2)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
5.38	0.000

Significativa a 95%

T-time2 > AR-time2

Ejercicio 3 TIEMPO

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-time3	19	126.5	57.3	13.2
AR-time3	19	113.6	45.1	10.3

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
12.9	47.5	10.9	-5.9

μ_difference: population mean of (T-time5 - AR-time3)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
1.19	0.125

No Significativa a 95%

T-time3 es igual a AR-time3

Ejercicio 1 ERROR

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-err1	19	1.684	1.108	0.254
AR err1	19	0.000	0.000	0.000

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
1.684	1.108	0.254	1.243

μ_difference: population mean of (T-err1 - AR err1)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
6.62	0.000

Significativa a 95%

T-Error1 > AR-Error1

Ejercicio 2 ERROR

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-Err2	18	1.500	0.857	0.202
AR-Err2	18	0.333	0.594	0.140

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
1.167	0.857	0.202	0.815

μ_difference: population mean of (T-Err2 - AR-Err2)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
5.77	0.000

Significativa a 95%

T-Error2 > AR-Error2

Ejercicio 3 ERROR

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T-err3	19	0.579	0.769	0.176
Ar-err3	19	0.421	0.769	0.176

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ_difference
0.158	0.688	0.158	-0.116

μ_difference: population mean of (T-err3 - Ar-err3)

Test

Null hypothesis H_0: μ_difference = 0

Alternative hypothesis H_1: μ_difference > 0

T-Value	P-Value
1.00	0.165

No Significativa a 95%

T-Error3 es igual a AR-Error3

La documentación del proyecto y la evidencia han sido alteradas con fines ilustrativos.

Adicionalmente, se realizó una encuesta para evaluar la percepción de los estudiantes respecto a 4 elementos y se les solicitó que compararan mentalmente los dos tipos de ejercicio para registrar sus preferencias.
Las cuatro preguntas realizadas fueron:

1) ¿Qué modalidad te hizo sentir más motivado(a)?
2) ¿Qué ejercicio te resultó más sencillo de resolver?
3) ¿Qué actividad te resulto más atractiva?
4) ¿Qué actividad consideras que te ayudó a obtener mayor aprendizaje?

En los 4 aspectos se encontró un mayor porcentaje de estudiantes que opinan que la realidad aumentada les proporcionó mejor apoyo parcial o definitivamente; sin embargo, donde se puede observar una inclinación mayor hacia la realidad aumentada es la percepción de sencillez y atractividad de los ejercicios con un 89.48% en ambos casos. Donde se encuentra una mayor dispersión en las opciones es en el concepto de aprendizaje, aunque sigue siendo mayor el porcentaje que opina que les ayudó más la realidad aumentada con un 52.63 % es el menor de todos los aspectos y en donde el porcentaje que considera que es igual en ambos ejercicios es mayor con un 31.58%.

	Definitivamente mas Realidad Aumentada	Parcialmente más Realidad Aumentada	Igual ambos ejercicios	Parcialmente más el formato tradicional	Definitivamente más el formato tradicional
Motivación	21.05%	**47.37%**	21.05%	10.53%	0.00%
Sencillez	**63.16%**	26.32%	5.26%	0.00%	5.26%
Atractividad	**47.37%**	42.11%	10.53%	0.00%	0.00%
Aprendizaje	**36.84%**	15.79%	31.58%	10.53%	5.26%

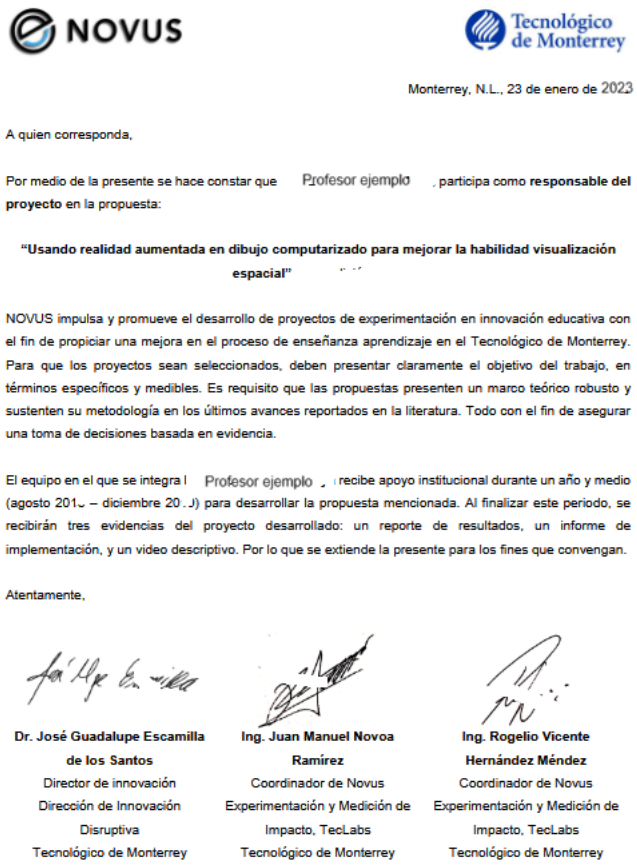
Conclusiones y discusión

El trabajo presente sugiere que el uso de realidad aumentada con la finalidad de mejorar la habilidad de visualización espacial motiva y atrae más a los estudiantes; los alumnos perciben que la realización de ejercicios utilizando esta tecnología resulta en una mayor facilidad al momento de resolver los ejercicios, así como el recibir un mayor soporte para un mejor aprendizaje.
Por otro lado, los resultados obtenidos al analizar los datos de los ejercicios realizados tanto en realidad aumentada como en formato tradicional muestran que en dos de los tres ejercicios se obtuvo una mejora significativa en tanto en el tiempo de respuesta como en la disminución de errores de los estudiantes. Los resultados de la prueba de visualización espacial, también refleja una mejora significativa en el grupo que trabajó con realidad aumentada comparado con los que realizaron solamente ejercicios de forma tradicional.
Esta propuesta expone el uso de realidad aumentada como una herramienta de apoyo para la motivación y el desarrollo de competencias en los estudiantes de un curso que requiera elaboración de planos de 3 dimensiones (p.e. en la realización de planos de fabricación). A su vez, trabajos en esta línea (Omar et. Al, 2019) concuerdan en las ventajas del uso de esta tecnología apoyados con dispositivos móviles, para mejorar las habilidades de visualización espacial, así como en el incremento del interés y motivación de los alumnos hacia el aprendizaje en cursos y temas complejos. Otros investigadores

(Huerta et. Al, 2020) también han sugerido que el uso de esta tecnología en general tiene un impacto positivo en los estudiantes y apoya en la comprensión de temas complejos entre ellos el conocimiento espacial; sin embargo, hacen alusión a la necesidad de seguir investigando los diversos aspectos del uso de realidad aumentada y sus implicaciones pedagógicas.

Huerta Cardoso, O. I., Unver, E., Aslan, R., Kus, A., & Allen, J. (2020). An Approach to Improve Technical Drawing using VR and AR Tools. *Computer-Aided Design and Applications*, 17(4), 836-849. https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.836-849
OMAR, Marlissa et al. Effects of Mobile Augmented Reality (MAR) towards Students' Visualization Skills when Learning Orthographic Projection. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, [S.l.], v. 14, n. 20, p. pp. 106-119, oct. 2019. ISSN 1863-0383. Available at: <https://onlinejour.journals.publicknowledgeproject.org/index.php/i-jet/article/view/11463/5983>. Date accessed: 28 May. 2020. doi:http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v14i20.11463.

2, Carta NOVUS



NOVUS

Tecnológico de Monterrey

Monterrey, N.L., 23 de enero de 2023

A quien corresponda,

Por medio de la presente se hace constar que Profesor ejemplo , participa como **responsable del proyecto** en la propuesta:

"Usando realidad aumentada en dibujo computarizado para mejorar la habilidad visualización espacial"

NOVUS impulsa y promueve el desarrollo de proyectos de experimentación en innovación educativa con el fin de propiciar una mejora en el proceso de enseñanza aprendizaje en el Tecnológico de Monterrey. Para que los proyectos sean seleccionados, deben presentar claramente el objetivo del trabajo, en términos específicos y medibles. Es requisito que las propuestas presenten un marco teórico robusto y sustenten su metodología en los últimos avances reportados en la literatura. Todo con el fin de asegurar una toma de decisiones basada en evidencia.

El equipo en el que se integra l Profesor ejemplo , recibe apoyo institucional durante un año y medio (agosto 201 – diciembre 20 J) para desarrollar la propuesta mencionada. Al finalizar este periodo, se recibirán tres evidencias del proyecto desarrollado: un reporte de resultados, un informe de implementación, y un video descriptivo. Por lo que se extiende la presente para los fines que convengan.

Atentamente,

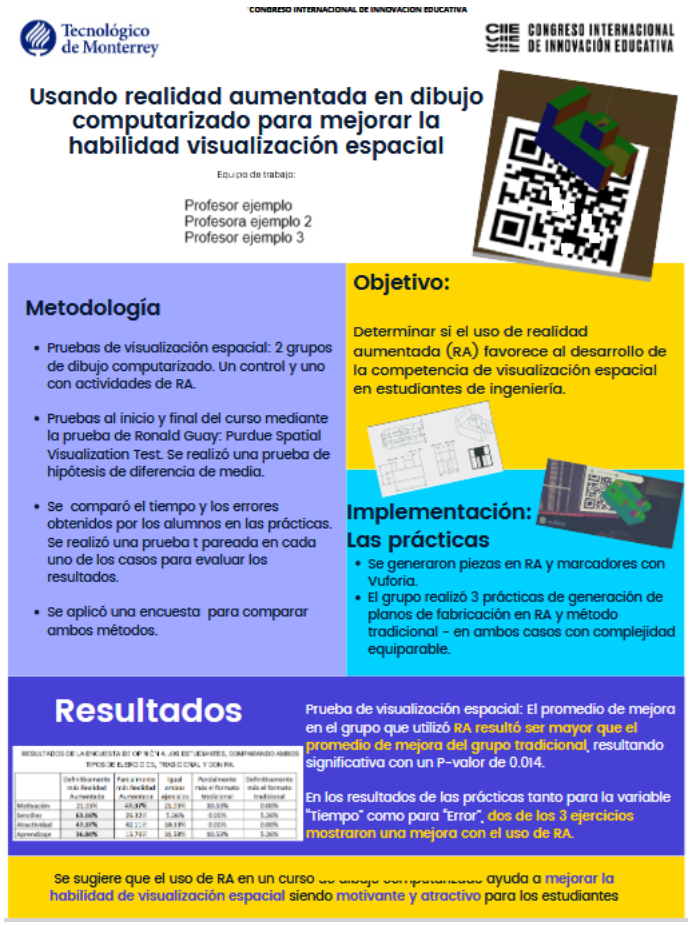
Dr. José Guadalupe Escamilla de los Santos
Director de innovación
Dirección de Innovación Disruptiva
Tecnológico de Monterrey

Ing. Juan Manuel Novoa Ramírez
Coordinador de Novus Experimentación y Medición de Impacto, TecLabs
Tecnológico de Monterrey

Ing. Rogelio Vicente Hernández Méndez
Coordinador de Novus Experimentación y Medición de Impacto, TecLabs
Tecnológico de Monterrey

La documentación del proyecto y la evidencia han sido alteradas con fines ilustrativos.

3. Poster presentado y evaluación de impacto (escala i)



4. Fotos

La documentación del proyecto y la evidencia han sido alteradas con fines ilustrativos.

La documentación del proyecto y la evidencia han sido alteradas con fines ilustrativos.