

Transformación digital en la educación durante la pandemia COVID-19: Aplicación en Ciencias Exactas en la ESMIL

Digital transformation in education during the COVID-19 pandemic: Application in Exact Sciences at ESMIL

Fabián Vinicio Corral Carrera¹, Cristián Díaz Matailo¹, Martha Calle²

¹Departamento de Ciencias Exactas Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Ecuador

²Escuela Superior Militar Eloy Alfaro, Dirección Académica

fvcorral@espe.edu.ec, cmdiaz2@espe.edu.ec, mrcallev333@gmail.com

Resumen

En el presente estudio se analiza el impacto del uso de herramientas tecnológicas que permiten optimizar el proceso educativo de los cadetes de la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro (ESMIL), en el área de Ciencias Exactas, en el contexto de la pandemia ocasionada por la COVID-19. Por esta razón, se decidió promover el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para continuar las labores, mientras persistió la declaratoria de los estados de excepción decretados por el gobierno nacional y el distanciamiento social; adecuando los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como las técnicas de evaluación. Para ello, se utilizaron varias metodologías de enseñanza o tele-educación (e-Learning). Se usó el Zoom para dictar las clases virtuales de Ciencias Exactas y se utilizaron las herramientas de Google Suite para evaluación y coordinación entre profesores y estudiantes. También se acudió a la aplicación del OneNote y pizarras digitales, que facilitan la enseñanza de la asignatura, en forma virtual. Se presenta el análisis estadístico y los resultados de evaluación obtenidos y se confirma que el uso de las herramientas tecnológicas usadas para dictar las clases en forma virtual es efectivo, ya que no existe mayor variación en el promedio alcanzado en años lectivos anteriores a la pandemia. También se verifica la necesidad de que los procesos involucrados en la transformación digital se implementen en la ESMIL, con el objetivo de mejorar las estrategias de enseñanza/aprendizaje y se promueva un ambiente de aprendizaje inteligente.

Palabras clave: Análisis estadístico, Aprendizaje digital, e-Learning, Herramientas tecnológicas, Transformación digital, pandemia COVID-19.

Abstract

This article analyzes the impact of the use of technological tools to optimize the educational process of the cadets of the Escuela Superior Militar Eloy Alfaro, in the area of Exact Sciences, in the context of the pandemic caused by COVID-19. For this reason, it was decided to promote the use of Information and Communication Technologies to continue the work, while the state of exception decreed by the national government and the social distancing persisted; adapting the teaching and learning processes, as well as the evaluation techniques. For this purpose, several teaching or Tele-education (e-learning) methodologies were used. Zoom was used to dictate Exact Sciences' virtual classes, and Google Suite tools were used for evaluation and coordination between teachers and students. The OneNote application and digital whiteboards were also used to facilitate the subject teaching virtually. The statistical analysis and the evaluation results



Fecha de Recepción: 14/11/2021 - Aceptado: 15/12/2021 – Publicado: 31/12/2021
SSN: 2477-9253 – DOI: <https://dx.doi.org/10.24133/RCS.D.VOL06.N04.2021.03>

obtained are presented. It is confirmed that the technological tools used to teach the classes virtually are effective since there is no significant variation in the average achieved in the academic years prior to the pandemic. It also verifies the need for the processes involved in the digital transformation to be implemented at ESMIL to improve teaching-learning strategies and promote an intelligent learning environment.

Keywords: COVID-19 pandemic; Digital transformation; E-learning; Statistical analysis; Technological tools.

I. Introducción

Durante la crisis por la COVID-19, el e-Learning (sistema de gestión de aprendizaje) ha demostrado su importancia y su relevancia, hasta hacerse imprescindible. El presente estudio analiza el impacto del uso de herramientas tecnológicas que permiten optimizar el proceso educativo de los cadetes de la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro (ESMIL), en el área de ciencias exactas, en el contexto de la pandemia ocasionada por la COVID-19. También se considera el efecto de la transformación digital en la metodología enseñanza/aprendizaje y la necesidad del impulso de la transformación digital de la educación superior.

Como consecuencias generadas por la pandemia del COVID-19, se suspendieron actividades presenciales en las Instituciones de Educación Superior, IES, y específicamente en la ESMIL, en el marco del aislamiento preventivo obligatorio. Por esta razón, se decidió promover el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC para continuar las labores, mientras persistió la declaratoria de los estados de excepción decretados por el gobierno nacional y el distanciamiento social; adecuando los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como las técnicas de evaluación.

La transformación digital se define como un cambio organizacional que requiere de una estrategia y que usa tecnologías digitales para mejorar el rendimiento en una organización (Boguslavskii & Neborskii, 2016; Tekic & Koroteev, 2019). La transformación digital mejora el rendimiento de una entidad, su eficiencia operativa, las experiencias del cliente y la combinación de negocios digitales y físicos (Amorim & Melao, 2018). Los beneficios que consigue la transformación digital están relacionados con las mejoras en la satisfacción del cliente y con la productividad; por ello, esta práctica se ha asociado principalmente a organizaciones empresariales. Sin embargo, también es un tema que compete a las Instituciones de Educación Superior, IES (Rodríguez, 2017). Estas últimas tienen el reto de transformarse para abordar los cambios sociales, culturales y tecnológicos que se vienen presentado, sobre todo a raíz de la pandemia. Dado de que las tecnologías digitales permiten transformar el proceso educativo y transferirlo a un nivel cualitativamente nuevo y fácil de usar y que garantiza la competitividad de las IES, será necesaria la digitalización de sus servicios como parte de su proceso de transformación digital. No obstante, la introducción de tecnologías digitales en las actividades de estas no es suficiente, también se necesitan cambios culturales, organizativos y de sus procesos, como el aprendizaje a distancia o “virtualización” (Safiullin & Akhmetshin, 2019). Las investigaciones sobre la transformación digital en el sector de la educación superior son muy pocas; por ello, se requieren estudios sobre cómo las IES deben aplicar dicha transformación digital y los elementos que influyen.

Las características principales del proceso de digitalización de las IES deberán ser: la orientación hacia la implementación de manufactura inteligente (“Smart manufacturing”), el uso de tecnologías de comunicación digital, la introducción de redes y educación virtual, la creación e implementación de

plataformas de servicios de administración digital, como por ejemplo servicios de “supermercado de información” en bibliotecas digitales (Ma, Zhao J., & Zhao Y, 2014) o el desarrollo de cursos virtuales MOOCs (Massive Open Online Courses) y SPOCs (Small Private Online Courses). Los avances en tecnologías de aprendizaje y sus aplicaciones, abarca entre otros, los siguientes temas: sistemas innovadores de aprendizaje en línea; tutores inteligentes; juegos educativos (M. Ibáñez, Á. Di-Serio and C. Delgado-Kloos, 2014); sistemas de simulación para educación y formación; aprendizaje con dispositivos móviles e interfaces portátiles (Mutz, Mallon & Quick, 2021); sistemas de aprendizaje personalizados y adaptables; herramientas de evaluación formativa; herramientas para la analítica del aprendizaje y la minería de datos educativos (A. Pardo, F. Han & R. A. Ellis, 2017); estándares y servicios web que apoyan el aprendizaje; herramientas de autoría para materiales de aprendizaje (G. P. Jain et al, 2014); soporte informático para tutoría entre compañeros; aprendizaje a través de investigaciones, trabajo de campo y de laboratorio por medio de computadora (K. Salah et al, 2015); redes e infraestructuras sociales para el aprendizaje y el intercambio de conocimientos; y creación y gestión de objetos de aprendizaje (Santos et al, 2014).

También se deben promover los entornos de aprendizaje inteligente (Smart Learning Environments, SLE) como ecologías de aprendizaje en las que los estudiantes realizan tareas de aprendizaje y/o los profesores las determinan con el apoyo que brindan las herramientas y la tecnología. Los SLE pueden abarcar espacios físicos o virtuales en los que un sistema detecta el contexto y el proceso de aprendizaje mediante la recopilación de datos, los analiza y, en consecuencia, reacciona con intervenciones personalizadas que tienen como objetivo mejorar el aprendizaje. SLE es un concepto en proceso de definición. El término "Smart" en educación fue propuesto por Huang y Yang (2012) argumentando que la inserción de recursos digitales en el aula era necesaria para ofrecer un aprendizaje fácil, comprometido y efectivo. De esta manera, los autores señalaron que la palabra "Smart" en los espacios educativos va más allá del uso de los nuevos dispositivos llamados "Smart" (como el Smartphone, por ejemplo) dentro de las aulas. Pretendían que una nueva educación fuera implantada, una educación “inteligente” que consiguiera mejorar los resultados del proceso enseñanza – aprendizaje. Li, Kong, y Chen (2015) definen un SLE como un espacio de aprendizaje que tiene acceso a uno o más recursos digitales que ofrecen una guía de aprendizaje, herramientas de soporte, consejos y recomendaciones en el lugar idóneo, de la forma adecuada y en el momento adecuado, es decir, en forma ubicua.

En la ESMIL, a raíz de la pandemia ocasionada por el virus COVID-19, fue necesario impartir las clases de ciencias exactas como son: Fundamentos Matemáticos, Geometría y Física, en forma virtual utilizando herramientas tecnológicas como el Zoom, el Classroom, el Google Suite, OneNote, Geogebra y pizarras digitales, tratando de conformar un entorno de aprendizaje moderno e inteligente. Se analizan los resultados de la evaluación mediante estadísticas, con cuadros y gráficos, que demuestran la capacidad de adaptación de los cadetes militares frente al nuevo contexto educativo y la necesidad de promover la transformación digital en la ESMIL.

El presente artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección II se describen las herramientas y metodología utilizada en el estudio realizado; en la sección III se realiza la evaluación y discusión de los resultados obtenidos. En la sección IV se presentan las conclusiones del estudio y trabajo futuro.

II. Materiales y Métodos

2.1. Herramientas tecnológicas

Con el propósito de enfrentar la pandemia mencionada, se utilizaron varias metodologías de enseñanza o tele-educación (e-Learning). Se usó el Zoom para dictar las clases virtuales de Fundamentos Matemáticos, Geometría y Física. Se utilizaron las herramientas de Google Suite para evaluación y coordinación entre profesores y estudiantes. Y también se acudió a la aplicación de OneNote, que facilita la enseñanza de la asignatura, en forma virtual, cuyas capturas de pantalla se muestra en las Figuras 1, 2 y 3.

Estos métodos y experiencias estuvieron destinadas a ayudar a los cadetes a adquirir las competencias y habilidades en el área del razonamiento lógico, en forma virtual, lo cual también representó un desafío educativo.

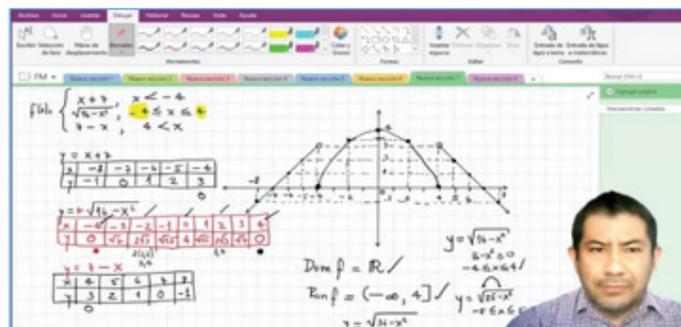


Figura 1: Uso del OneNote con pizarra digital en época de pandemia en la asignatura de Fundamentos Matemáticos.

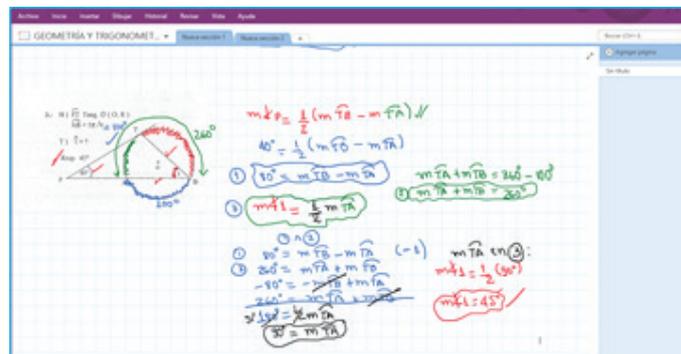


Figura 2: Uso del OneNote con pizarra digital en época de pandemia en la asignatura de Geometría y Trigonometría.

Se encontró que el uso de una interfaz de lápiz digital eleva fluidez no lingüística, incluso más que las herramientas de papel y lápiz no digitales. Estos resultados se replicaron en tareas de resolución de problemas, fortalecer el hallazgo de que las personas comunican más contenido no lingüístico cuando utilizan una interfaz de lápiz digital, como un lápiz óptico en una tablet.

Además, se encontró que la fluidez lingüística inducida por el teclado en realidad suprime la generación de ideas, mientras que el uso de una interfaz de lápiz digital aumenta la generación de ideas (Oviatt, 2013). En relación a la generación de hipótesis y resolución de problemas, habilidades importantes en las disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), parece que el bolígrafo es más poderoso que el teclado; pero, a su vez, el lápiz digital es más eficaz que el bolígrafo.

El uso de OneNote con un lápiz óptico en una tablet ayuda a los estudiantes a enfrentar las dificultades del lenguaje matemático simplemente escribiéndolo a mano en lugar de tener que presionar una compleja secuencia de teclas. También le brinda al usuario la capacidad de hacer gestos, anotar y diagramar, apoyando así el pensamiento no lingüístico. Un ejemplo de pensamiento no lingüístico comunicado a través del uso de OneNote con un lápiz en una tablet se muestra en la Figura 4:

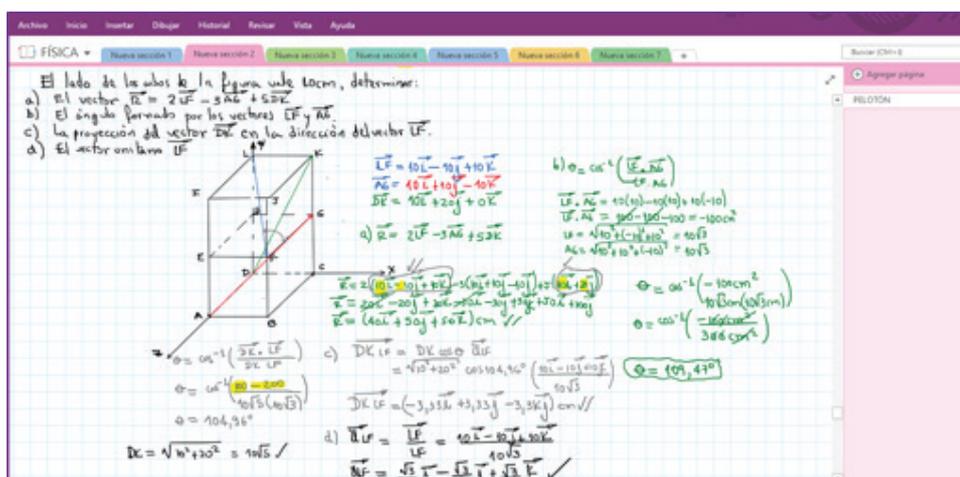


Figura 4: Uso del OneNote con pizarra digital para expresar el pensamiento no lingüístico

Los cursos de Ciencias Exactas se pudieron impartir en línea de forma eficaz mediante una combinación de métodos sincrónicos y asincrónicos. Algunos elementos del aprendizaje se llevaron a cabo con el profesor y los estudiantes comunicándose en línea al mismo tiempo, y otro aprendizaje fue respaldado por recursos disponibles en Internet. OneNote se pudo utilizar junto con otro software, como por ejemplo el sistema Geogebra, para admitir los componentes sincrónico y asincrónico del aprendizaje en línea. En los años 2020 y 2021, los estudiantes de la ESMIL completaron los cursos de Fundamentos Matemáticos, Geometría, Trigonometría y Física completamente en línea, luego se presentaron a los exámenes bajo condiciones supervisadas, y de acuerdo con los criterios de evaluación de las autoridades de la ESMIL. Adicionalmente, para optimizar la gestión de tareas, mejorar la colaboración y comunicación en tiempos de la COVID-19, se utilizó el componente Classroom del paquete Google Suite. Para vencer las limitaciones del tiempo y del espacio, las clases fueron colocadas en YouTube, la videoteca más

grande del mundo; contribuyendo a la formación de un nuevo tipo de aprendizaje y sociedad, a través de una cultura audiovisual orientada a compartir conocimiento, como se muestra en la Figura 5:

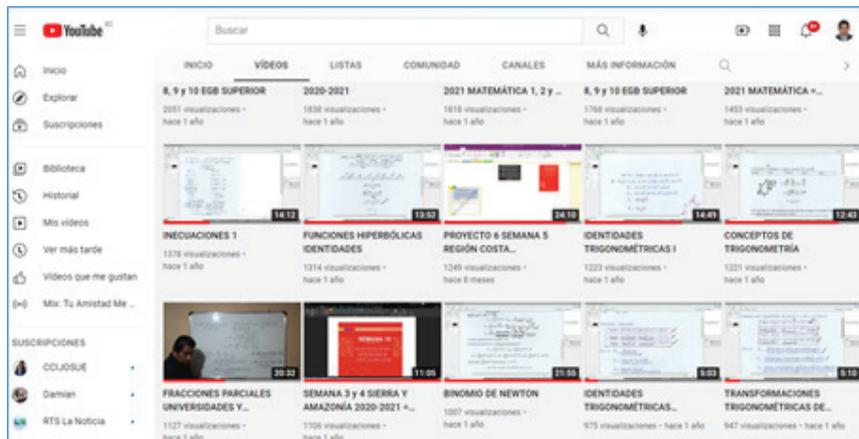


Figura 5: Uso del canal de YouTube, en la enseñanza de Matemáticas y Física

2.2. Etapas de investigación

Las etapas del estudio realizado son las siguientes: a) observación, b) inducción, c) deducción, d) pruebas y e) evaluación, y se basan en un modelo de investigación científica, cuyo fundamento es la experimentación y la lógica empírica, junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, lo cual se muestra en la Figura 6 (Kreuter, 2021).



Figura 6: Metodología de Diseño de la Investigación empírica. Fuente (Kreuter, 2021).

Se realizó el estudio de enseñanza/aprendizaje virtual en la asignatura de Fundamentos Matemáticos, con 136 cadetes de primer curso militar, distribuido en seis pelotones, cuyas edades oscilan entre los 18 y 20 años, durante el período lectivo 2020-2021. El sistema de evaluación comprende la calificación de cuatro aportes de actividades autónomas y tres verificaciones o

pruebas de conceptos y ejercicios. La calificación final que evalúa el nivel de aprendizaje es sobre 20 puntos.

En la asignatura de Geometría y Trigonometría se impartió clases a 100 cadetes del segundo curso militar, distribuido en cuatro pelotones, cuyas edades oscilan entre los 19 y 21 años, durante el período lectivo 2020-2021. El sistema de evaluación comprende la calificación de tres aportes de actividades autónomas y tres verificaciones o pruebas de conceptos y ejercicios. La calificación final que evalúa el nivel de aprendizaje es sobre 20 puntos.

En la materia de Física se impartió clases a 100 cadetes del segundo curso militar, distribuido en cuatro pelotones, cuyas edades oscilan entre los 19 y 21 años, durante el período lectivo 2020-2021. El sistema de evaluación comprende la calificación de cuatro aportes de actividades autónomas y tres verificaciones o pruebas de conceptos y ejercicios. La calificación final que evalúa el nivel de aprendizaje es sobre 20 puntos.

III. Evaluación de Resultados y Discusión

3.1. Análisis de datos

El promedio general del grupo considerado es de 15,12 puntos, para la asignatura Fundamentos Matemáticos conforme se muestra en la Tabla 1. El nivel de pérdida de la materia y, por consiguiente, la baja de la carrera militar fue del 4,4%.

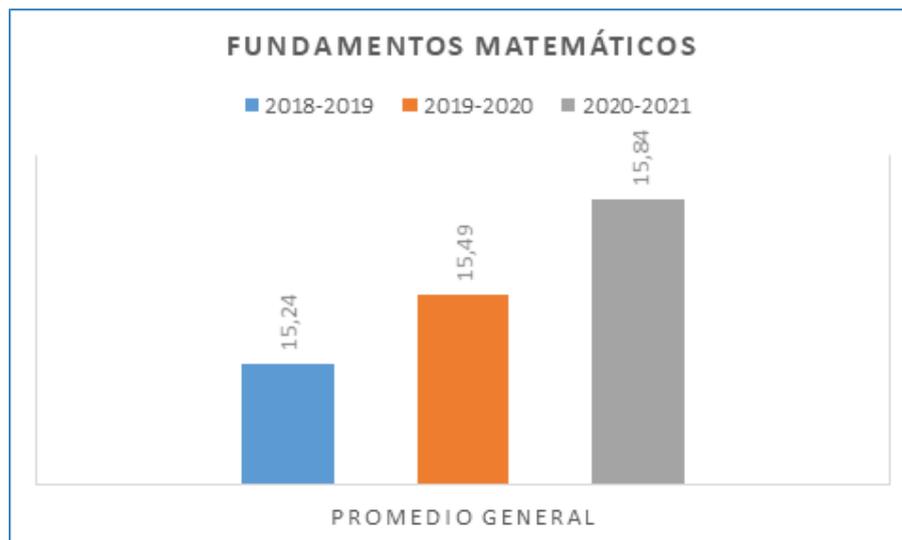
Tabla 1: Evaluación de la asignatura de Fundamentos Matemáticos, del grupo de Primer Curso Militar, en la ESMIL, en el ámbito de la pandemia COVID-19

PELOTÓN	APORT E 1	APORT E 2	APORT E 3	APORT E 4	VERIFIC . 1	VERIFI C. 2	VERIFICA C. FINAL	PROM FINA L
1	19,680	19,720	19,480	19,640	16,015	14,812	14,738	15,383
2	19,704	19,815	19,815	19,779	16,534	15,583	15,645	16,276
3	19,648	17,099	18,436	18,428	15,886	12,202	13,913	15,430
4	19,250	17,834	18,068	18,362	15,047	11,088	12,686	14,534
5	17,911	19,214	18,518	18,548	16,676	11,077	12,378	14,387
6	19,020	19,280	19,020	19,107	16,416	15,258	14,106	14,723
PROMEDI O TOTAL	19,202	18,827	18,890	18,977	16,096	13,337	13,911	15,122

En la Tabla 2 y Figura 7 se presentan los resultados para la asignatura Fundamentos Matemáticos de primer curso militar, en varios años lectivos. Esto se muestra con el objetivo de comparar la evaluación en períodos normales, respecto a los conseguidos en época de pandemia del COVID-19, recalando que el promedio general del año lectivo 2020-2021 tiene una variación, por cuanto los cadetes realizaron reclamos de la Verificación Final.

Tabla 2: Promedio de la asignatura Fundamentos Matemáticos, del grupo de Primer Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos

AÑO LECTIVO	Promedio General
2018-2019	15,24
2019-2020	15,49
2020-2021	15,84

**Figura 7:** Promedio de la asignatura Fundamentos Matemáticos, del grupo de Primer Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos.

El promedio general del grupo considerado es de 15,44 puntos para la asignatura Geometría y Trigonometría, conforme se muestra en la Tabla 3. El nivel de pérdida de la materia y por tanto, la baja de la carrera militar fue del 1 %.

Tabla 3: Evaluación de la asignatura Geometría y Trigonometría, del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en el ámbito de la pandemia COVID-19

PELOTÓN	APORTE			APORTE			PROM FINAL
	1	2	3	V1	V2	V.F.	
A	19,462	17,680	19,558	16,324	14,874	13,302	15,090
B	18,455	17,675	18,714	15,613	15,216	13,392	15,274
C	19,846	19,923	20,000	16,845	16,885	14,067	15,289
D	19,800	19,680	20,000	17,468	17,741	15,380	16,094
Promedio					16,17	14,03	15,43
TOTAL	19,391	18,740	19,568	16,563	9	5	7

En la Tabla 4 y Figura 8 se presentan los resultados para la asignatura de Geometría y Trigonometría del segundo curso militar, en varios años lectivos, con el objetivo de efectuar la comparación respectiva.

Tabla 4: Promedio de la asignatura de Geometría y Trigonometría, del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos

AÑO LECTIVO	Promedio General
2018-2019	13,83
2019-2020	No se impartió la asignatura.
2020-2021	15,44

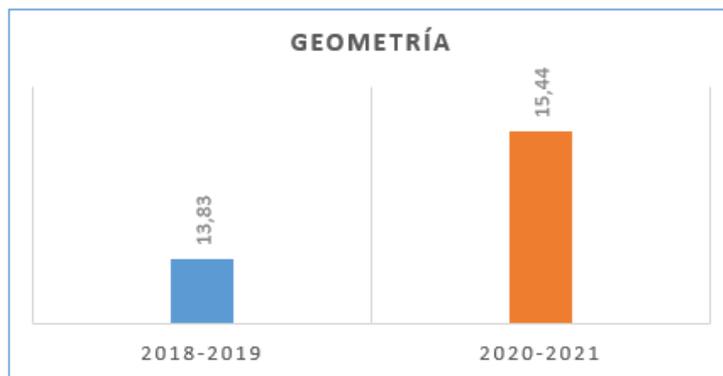


Figura 8: Promedio de la asignatura Geometría y Trigonometría, del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos.

El promedio general del grupo considerado es de 15,66 puntos para la asignatura de Física, conforme se muestra en la Tabla 5. El nivel de pérdida de la materia y, por consiguiente, la baja de la carrera militar fue del 0%.

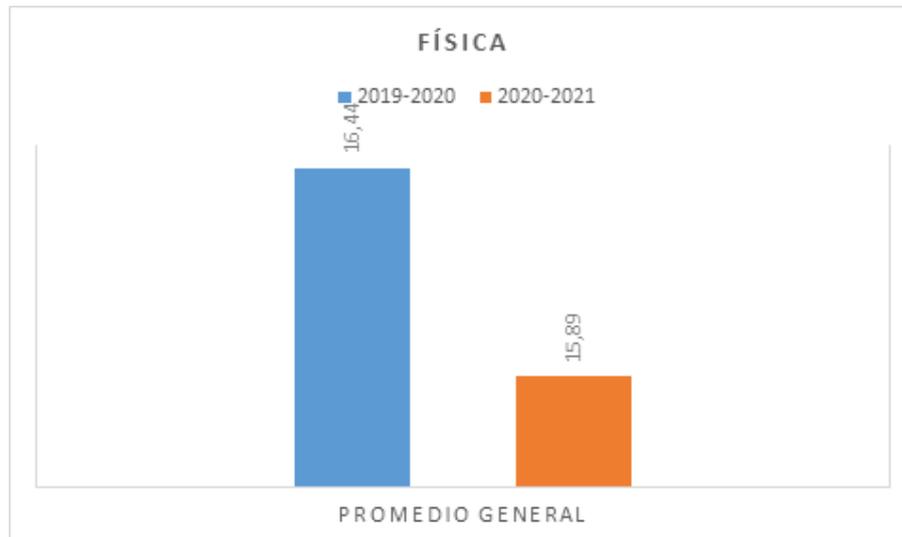
Tabla 5: Evaluación de la asignatura de Física, del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en el ámbito de la pandemia COVID-19

PELOTÓN	APORT E 1	APORT E 2	APORT E 3	APORT E 4	VERIFIC . 1	VERIFI C. 2	VERIFICA C. FINAL	PROM FINAL
1	17,615	18,538	18,692	18,282	15,936	14,845	15,314	16,226
2	19,154	19,538	19,538	19,410	16,854	16,235	14,740	15,491
3	18,690	19,360	20,000	19,350	12,914	11,860	11,160	14,819
4	15,868	18,355	19,538	17,920	14,180	14,402	14,115	16,114
PROMEDI O TOTAL	17,832	18,948	19,442	18,740	14,971	14,246	13,832	15,662

En la Tabla 6 y Figura 9 se presentan los resultados para la asignatura de Física del segundo curso militar, en varios años lectivos, con el objetivo de efectuar la comparación respectiva, recalcando que el promedio general del año lectivo 2020-2021 tiene una variación, por cuanto los cadetes realizaron reclamos de la Verificación Final.

Tabla 6: Promedio de la asignatura de Física del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos

AÑO LECTIVO	Promedio General
2018-2019	No se impartió la asignatura.
2019-2020	16,44
2020-2021	15,89

**Figura 9:** Promedio de la asignatura Física, del grupo de Segundo Curso Militar, en la ESMIL, en varios años lectivos.

Del análisis de los datos de la materia Fundamentos Matemáticos de primer curso militar, se observa que el promedio obtenido por parte de los cadetes, es mayor en la época de pandemia, en la que se utilizaron las herramientas tecnológicas y se trabajó en forma virtual (15,84), respecto a otros períodos lectivos en los que la materia se dictó en forma presencial (15,24 y 15,49). De igual manera se tienen los resultados para el caso de la asignatura de Geometría y Trigonometría, e incluso se observa una notable mejora en el promedio, para el caso de la educación en línea (15,44 en el año 2020-2021, respecto a 13,83 en el período 2018-2019). Mientras tanto, en la asignatura de Física el promedio bajó en el año lectivo 2020-2021(15,89), con respecto al período 2019-2020 (16,44).

3.2 Procesamiento estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba z.

a) Fundamentos Matemáticos

AÑO LECTIVO	NÚMERO DE CADETES	\bar{x}	S
2018-2019	96	15,24	1,80
2019-2020	110	15,49	1,80
2020-2021	136	15,84	2,11

Prueba de Hipótesis de diferencia de medias para muestras grandes y varianzas conocidas.

Años 2019-2020 y 2018-2019

Hipótesis:

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu_1 > \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0$

Grado de significación. $\alpha = 0,05$

Valor crítico: $z_c = 1,64$

Valor de prueba: $z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

$$z_p = \frac{15,49 - 15,24}{\sqrt{\frac{1,80^2}{110} + \frac{1,80^2}{96}}} = 0,99441084598 = 0,99$$

$z_p < z_c$ Por lo tanto, se acepta H_o , por lo que se concluye que el puntaje promedio durante el año lectivo 2019-2020 (presencial) no es diferente que el obtenido en 2018-2019 (presencial) con $\alpha = 0,05$.

Años 2020-2021 y 2018-2019

Hipótesis:

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu_1 > \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0$

Grado de significación. $\alpha = 0,05$

Valor crítico: $z_c = 1,64$

Valor de prueba: $z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

$$z_p = \frac{15,84 - 15,24}{\sqrt{\frac{2,11^2}{136} + \frac{1,80^2}{96}}} = 2,32694464279 = 2,33$$

$z_p > z_c$ Por lo tanto, se rechaza H_o , por lo que se concluye que el puntaje promedio durante el año lectivo 2020-2021 (virtual) es mayor al 2018-2019 (presencial) con $\alpha = 0,05$.

Años 2020-2021 y 2019-2020

Hipótesis:

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu_1 > \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0$

Grado de significación. $\alpha = 0,05$

Valor crítico: $z_c = 1,64$

$$\text{Valor de prueba: } z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$z_p = \frac{15,84 - 15,49}{\sqrt{\frac{2,11^2}{136} + \frac{1,80^2}{110}}} = 1,4034784828 = 1,40$$

$z_p < z_c$ Por lo tanto, se acepta H_o , por lo que se concluye que el puntaje promedio durante el año lectivo 2020-2021 (virtual) no es diferente que el obtenido en 2019-2020 (presencial) con $\alpha = 0,05$.

b) Geometría y trigonometría

AÑO LECTIVO	NÚMERO DE CADETES	\bar{x}	S
2018-2019	96	13,83	2,24
2020-2021	100	15,34	2,21

Hipótesis:

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu_1 > \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0$

Grado de significación. $\alpha = 0,05$

Valor crítico: $z_c = 1,64$

$$\text{Valor de prueba: } z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$z_p = \frac{15,34 - 13,83}{\sqrt{\frac{2,21^2}{100} + \frac{2,24^2}{96}}} = 4,74881119738 = 4,75$$

$z_p > z_c$ Por lo tanto, se rechaza H_o , por lo que se concluye que el puntaje promedio durante el año lectivo 2020-2021 (virtual) es mayor al 2018-2019 (presencial) con $\alpha = 0,05$.

b) Física

AÑO LECTIVO	NÚMERO DE CADETES	\bar{x}	S
2019-2020	88	16,44	0,99
2020-2021	100	15,89	1,53

Hipótesis:

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alternativa: $H_1 = \mu_1 > \mu_2 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 > 0$

Grado de significación. $\alpha = 0,05$

$$z_c = 1,64$$

Valor crítico: $z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$

$$z_p = \frac{16,44 - 15,89}{\sqrt{\frac{0,99^2}{88} + \frac{1,53^2}{100}}} = 2,95910695205 = 2,96$$

$z_p > z_c$ Por lo tanto, se rechaza H_0 , por lo que se concluye que el puntaje promedio durante el año lectivo 2019-2020 (presencial) es mayor al 2020-2021 (virtual) con $\alpha = 0,05$.

IV. Conclusiones y Trabajo Futuro

Debido a la crisis originada por la pandemia del COVID-19, se ha demostrado la importancia de la educación digital en las Instituciones de Educación Superior, IES y específicamente en la ESMIL. Para ello, se concluye que es necesario implementar y optimizar las herramientas tecnológicas que conduzcan a una efectiva transformación digital en la metodología enseñanza/aprendizaje en la ESMIL, con el objetivo de mejorar las estrategias educativas y promover un entorno SLE o ambiente de aprendizaje inteligente. En el período lectivo 2020-2021 se ha observado que el promedio de evaluación obtenido por parte de los cadetes en la asignatura de Fundamentos Matemáticos no difiere mayormente en la época de pandemia, en la que se trabajó en forma virtual, respecto al período lectivo anterior (2019-2020) que se lo hizo de forma presencial, pero es mayor con respecto al año 2018-2019 (presencial). En la materia de Geometría el promedio es mayor en la virtualidad que en la presencialidad, mientras que en la asignatura de Física no hay mayor variación de promedios. De los resultados obtenidos y del análisis comparativo y estadístico realizado, se confirma que el uso de las herramientas tecnológicas utilizadas para impartir las clases de las asignaturas de: Fundamentos Matemáticos (primer curso militar), Geometría y Trigonometría (segundo curso militar), y Física (segundo curso militar), en forma virtual, son altamente efectivas y recomendables. Como trabajo futuro de estudio e investigación, es necesario efectuar un análisis estadístico de todas las asignaturas de la formación militar, en los últimos años, a fin de tener cuadros comparativos que promuevan la mejora del rendimiento de los cadetes en un entorno de aprendizaje inteligente (SLE) y digital.

Referencias bibliográficas

- Boguslavskii, M. V. & Neborskii, Y. V. (2016). Development of the university education in the context of globalization.
- Charles, B. H., & Gail, M. H. (2011). Communicating mathematics on the internet: Synchronous and asynchronous tools. TechTrends.
- Chemmin, A. (2014). Handwriting vs typing: is the pen still mightier than the keyboard? [Http://www.theguardian.com/science/2014/dec/16/cognitive-benefits-handwriting-decline-typing](http://www.theguardian.com/science/2014/dec/16/cognitive-benefits-handwriting-decline-typing)
- Huang, R.; Yang, J. y Hu, Y. (2012). "From Digital to Smart: The Evolution and Trends of Learning Environment". En *Open Education Research*, nº 1, pp. 75–84.
- Ibáñez M., Á. Di-Serio and C. Delgado-Kloos, "Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 3, pp. 291-301, 1 July-Sept. 2014, doi: 10.1109/TLT.2014.2329293.
- Jain G.P, V. P. Gurupur, J. L. Schroeder and E. D. Faulkenberry, "Artificial Intelligence-Based Student Learning Evaluation: A Concept Map-Based Approach for Analyzing a Student's Understanding of a Topic," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 3, pp. 267-279, 1 July-Sept. 2014, doi: 10.1109/TLT.2014.2330297.
- Kreuter, J. (2021). *The Tools for Empirical Analysis—The Method of Qualitative Content Analysis. (Climate Engineering as an instance of Politicization)* Switzerland: Springer, Cham
- Krussel, L. (1998). Teaching the language of mathematics. *The Mathematics Teacher*.
- Li, B., Kong, S.C., y Chen, G. (2015). "Development and validation of the smart classroom inventory". En *Smart Learning Environments*, Vol. 2 (nº 3)
- Ma, L. H., Zhao, J., & Zhao, Y. L. (2015). Building an “information service supermarket” of the university digital library in the information era. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Management, Information and Educational Engineering, MIEE 2014, , 1 357-360.
- Motz B.A., M. G. Mallon and J. D. Quick, "Automated Educative Nudges to Reduce Missed Assignments in College," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 14, no. 2, pp. 189-200, 1 April 2021, doi: 10.1109/TLT.2021.3064613.
- Oviatt, S. (2013). *The Design of Future Educational Interfaces*. New York, NY: Routledge.
- Pardo A., F. Han and R. A. Ellis, "Combining University Student Self-Regulated Learning Indicators and Engagement with Online Learning Events to Predict Academic Performance," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 10, no. 1, pp. 82-92, 1 Jan.-March 2017, doi: 10.1109/TLT.2016.2639508.
- Reis J., Amorim M., Melão N., Matos P. (2018) Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research. In: Rocha Á., Adeli H., Reis L.P., Costanzo S. (eds) *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*. WorldCIST'18 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 745. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41

- Rodrigues, L. S. (2017). Challenges of digital transformation in higher education institutions: A brief discussion. Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic Development, Innovation Management, and Global Growth, 2017-Janua(November 2017), 4490–4493.
- Safiullin, M. R., & Akhmetshin, E. M. (2019). Digital transformation of a university as a factor of ensuring its competitiveness. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 7387–7390. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A3097.109119>
- Salah K., M. Hammoud and S. Zeadally, "Teaching Cybersecurity Using the Cloud," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 8, no. 4, pp. 383-392, 1 Oct.-Dec. 2015, doi: 10.1109/TLT.2015.2424692.
- Santos M.E.C, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki and H. Kato, "Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 1, pp. 38-56, Jan.-March 2014, doi: 10.1109/TLT.2013.37.
- Zeljko Tekic, Dmitry Koroteev, From disruptively digital to proudly analog: Aholistic typology of digital transformation strategies, *Business Horizons*, Volume 62, Issue 6, 2019, Pages 683-693, ISSN 0007-6813, <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.07.002>.