

Comparison of results of academic performance in statistics courses in classroom modality and online modality of the National Polytechnic School

M. Mantilla, M.Sc.¹, Y. Cuvero, M.Sc.², P. Estrada, M.Sc.³. and J. Montenegro, M.Sc.⁴
^{1,3,4}Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Formación Básica, Ecuador, monica.mantillaepn.edu.ec,
patricio.estrada@epn.edu.ec, jessica.montenegrov@epn.edu.ec
²Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Matemática, Ecuador, yandira.cuvero@epn.edu.ec

Abstract – In 2020, when the lock down for the pandemic started, the Polytechnic University of Ecuador (EPN) choose to delay the start of its classes to prepare for the new methodology of teaching. This study examines the development of all groups of the subject “Statistics and Probability” of EPN. It is presented a contrast of the achievement of students in the subject from semester 2019-A and 2019 - B where classes were face to face, to semesters 2020-A, 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A which were online. For that, the final grades of all students in each period are taken as reference, and they are compared between each cycle. It is shown that the means are not significantly different between periods, but the dispersion of the grades is significant in the semesters with virtual classes. Even more, the Levene and ANOVA test show that the results are not homogeneous between periods and that they are significantly different considering a confidence level of 95%. The semesters are also compare in pairs, where similarities between different semester are apparent, except for semesters 2020-A and 2022-A. It is concluded that global results between face-to-face and virtual classes are not compellingly different, but student under the mean perform worst in a virtual environment.

Keywords — Virtual education, face-to-face education, group contrast.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Comparación de resultados del rendimiento académico en los cursos de estadística en modalidad presencial y modalidad virtual de la Escuela Politécnica Nacional.

M. Mantilla, M.Sc.¹, Y. Cuvero, M.Sc.², P. Estrada, M.Sc.³ and J. Montenegro, M.Sc.⁴
^{1,3,4}Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Formación Básica, Ecuador, monica.mantillaepn.edu.ec,
patricio.estrada@epn.edu.ec, jessica.montenegrov@epn.edu.ec
²Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Matemática, Ecuador, yandira.cuvero@epn.edu.ec

Resumen – Ante la pandemia, la Escuela Politécnica Nacional implementó desde 2020 la enseñanza en modalidad virtual. En el presente trabajo se analiza el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Probabilidad y Estadística durante los semestres 2019-A y 2019-B en modalidad presencial, en comparación con los semestres 2020-A, 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A en modalidad virtual. Para ello, se consideró las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes y, además, se presentan los parámetros de adaptación metodológica implementados en cada semestre. Se identifica que las medias de la calificación final son similares en todos los semestres, sin embargo, la dispersión varía significativamente. Al verificar la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene, se obtuvo como resultado que estas no son homogéneas, posterior se realizó la prueba ANOVA unidireccional en la que se determinó que existe una diferencia significativa en al menos un par de periodos y estos son diferentes entre sí con un 95% de confianza; se realizaron pruebas para pares de periodos y se determinaron similitudes entre los semestres en modalidad virtual, las funciones de densidad muestran semejanzas entre los tipos de modalidades a excepción de los semestres 2020-A y 2022-A que presentan un comportamiento marcadamente distinto. Se concluye finalmente que la modalidad virtual en términos generales permite obtener resultados similares que, en modalidad presencial, sin embargo, esta es perjudicial para estudiantes por debajo de la media, quienes tienden a tener un peor desempeño en ella.

Palabras clave — Educación virtual, educación presencial, comparación de grupos.

I. INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 fue notificada por

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

primera vez en Wuhan-China el 31 de diciembre de 2019, provocando una serie de modificaciones y alteraciones en la cotidianidad de las personas y en todos los ámbitos en los que la humanidad se desenvuelve como, por ejemplo: el comercio, la economía y la educación. Esta demandó cambios en la forma de interactuar, el distanciamiento social, las videoconferencias, el teletrabajo y la educación en línea, virtual o remota, fueron algunos de los recursos utilizados para atenuar las consecuencias de la pandemia en el aspecto sanitario [1].

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a mediados de mayo de 2020 más de 1 200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, dejaron las clases presenciales en las escuelas. De ellos, más de 160 millones eran estudiantes de América Latina y el Caribe [2].

En el Ecuador, desde el 17 de marzo de 2020, por decreto presidencial No. 1017, la población se acogió al estado de excepción por calamidad pública en todo el territorio nacional, suspendiéndose la jornada presencial en la educación, e incorporándose a la modalidad virtual de manera obligatoria para todos los niveles de educación incluyendo la universitaria [3].

Ante la nueva normalidad educativa mediante entornos virtuales, los países en desarrollo como es el caso de Ecuador, enfrentaron un gran reto ante este repentino escenario. Por ejemplo, se evidenció varias deficiencias en la conectividad, acceso a internet, en los recursos para el equipamiento requerido tanto de estudiantes como de docentes. La emergencia sanitaria obligó a trabajar en una modalidad educativa para la mayoría no explorada con suficiente práctica. Se evidenció la necesidad de realizar cambios en: las planificaciones académicas, en la forma de presentar los contenidos mediante uso de recursos didácticos

novedosos, de realizar evaluaciones, en la formación del cuerpo docente, pero, sobre todo, en la forma de motivar a los estudiantes para que asistan y participen activamente en sus clases virtuales para generar un aprendizaje significativo [4].

En la Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador) el semestre 2020-A que debía iniciar en abril del 2020, debido al estado de excepción, se modificó la fecha de inicio del semestre al 01 de junio de 2020. Este lapso de tiempo proporcionó a los docentes un período para la preparación de las nuevas planificaciones, permitió que las autoridades realizar capacitaciones a sus docentes en el uso de plataformas, generación de recursos digitales tanto para la presentación de contenidos como para la evaluación donde se incluía manejo de tecnologías de información.

Por otra parte, la institución en aquel lapso de tiempo se interesó por apoyar a los estudiantes para la adquisición de dispositivos electrónicos e incluso para que cuenten con acceso a internet en sus hogares, buscando mitigar las brechas que podrían generarse por falta de estos recursos.

La modalidad de enseñanza que adoptó la Escuela Politécnica Nacional durante el periodo de pandemia fue la de educación en línea. En esta los docentes y estudiantes participan e interactúan en un entorno digital, utilizando recursos tecnológicos sincrónicos, es decir, que los actores deben coincidir con sus horarios para cada sesión de clases, con un horario planificado. La institución gestionó las licencias para el uso de Zoom, Cisco Webex y Teams, como herramientas fundamentales para la programación de las sesiones de clases virtuales, ambiente propicio para la interacción sincrónica con los estudiantes. Por otra parte, para las actividades de trabajo asincrónico, se utilizaron las aulas virtuales (plataforma MOODLE) donde se colocaron todos los recursos, actividades, tareas, enlaces a los vídeos de las clases y evaluaciones del periodo académico.

La institución además solicitó que se graben las clases y se de acceso a las mismas, para que aquellos estudiantes con problemas de conectividad pudieran retomar las clases sin inconveniente. Bajo esa misma lógica, la asistencia a clases no era obligatoria. Únicamente se exigía la presencia sincrónica con asistencia en los eventos de evaluación, los cuales debían ser notificados a los estudiantes con la suficiente anterioridad.

En este contexto, los profesores de la cátedra de Probabilidad y Estadística, conformada por todos los profesores que dictan esta materia dentro de la universidad a estudiantes de todas las ingenierías, en forma conjunta: prepararon documentos digitales, realizaron adaptaciones a las actividades a ser desarrolladas por los estudiantes y a

los elementos de evaluación; para con ello, mantener un aprendizaje significativo de la materia por parte de los estudiantes. en la cátedra.

Con ese contexto, dentro de la cátedra de Probabilidad y Estadística, una vez terminada la pandemia, se propuso realizar un análisis comparativo de los resultados del rendimiento académico de los estudiantes en la modalidad presencial (Semestres 2019-A y 2019-B) con los de modalidad en línea (Semestres 2020-A, 2020-B, 2021-A y 2022-B) para verificar si existió diferencia significativa en el rendimiento académico entre las modalidades presencial y virtual.

El rendimiento académico se entiende como un indicador para medir la productividad de un proceso de enseñanza aprendizaje, donde se ven involucrados estudiantes, profesores y con ello procesos de evaluación con la finalidad de alcanzar una educación de calidad

Para el presente trabajo, se parte de la definición de rendimiento académico de Jiménez (2000) en [5], la cual postula que el rendimiento escolar es un “nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico”, por lo cual, el rendimiento del alumno debería ser entendido a partir de sus procesos de evaluación, es decir a partir de calificaciones obtenidas ya que conforman un indicador sobre los conocimientos que ha adquirido el estudiante. Además, Varios estudios sobre rendimiento académico [6], demuestran que utilizar las calificaciones de los estudiantes para predecirlo arroja resultados confiables.

II. METODOLOGÍA

A. Tipo y Diseño de la investigación

El estudio realizado consiste en un diseño no experimental descriptivo, aplicado a la investigación educativa [7] [8], en el cual se analiza el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, se consideraron las calificaciones finales de los estudiantes en los semestres en modalidad presencial, modalidad virtual, y se describen las adaptaciones o cambios realizados por la cátedra en los semestres considerados, a nivel metodológico y de tipos de evaluación, dejando de lado los aspectos económicos, ambientales y sociales que influyen en el estudiante dentro del proceso de aprendizaje.

Para determinar si existe diferencia significativa del rendimiento académico entre una modalidad y virtual, se realizó: un análisis de las varianzas para los semestres considerados mediante la prueba de Levene y posteriormente se realizó un análisis ANOVA para identificar similitudes entre los semestres estudiados.

B. Participantes

La asignatura de Probabilidad y Estadística en la formación de ingenierías en la Escuela Politécnica Nacional (EPN) corresponde a una asignatura básica común en todas las carreras de ingeniería que oferta la EPN. Para el presente estudio se contó con una base de datos de 3292 estudiantes distribuidos en siete semestres, el detalle de número de estudiantes por semestre y modalidad de estudio se detallan en la Tabla 1.

C. Detalle de las actividades y modificaciones realizadas por semestre

Las actividades académicas a realizarse en la asignatura de Probabilidad y Estadística se planificaron en conjunto con todos los profesores que la impartían, tanto para semestres en modalidad presencial y en línea. Durante los siete semestres que se consideraron en el estudio se realizaron reuniones semanales en las cuales se verificaba y coordinaba el avance de la materia, y cualquier dificultad que podría haberse presentado.

TABLA I
MODALIDAD Y NÚMERO DE ESTUDIANTES

Modalidad	Período	Número de estudiantes
Presencial	2019-A	238
Presencial	2019-B	342
Virtual	2020-A	357
Virtual	2020-B	510
Virtual	2021-A	646
Virtual	2021-B	536
Virtual	2022-A	663

Las herramientas de evaluación diseñadas para los estudiantes se fueron adaptando a las distintas modalidades, los temas a evaluar y el grado de dificultad fue decidido por todos los docentes en las reuniones de cátedra semanales en cada semestre.

- Modalidad presencial

En los semestres de modalidad presencial, cada docente presentaba su clase magistral en base a la coordinación común de la cátedra, los ejercicios a desarrollarse en clase los escogía cada docente de la miscelánea de ejercicios común.

Los elementos de evaluación como pruebas, los diseñaba el profesor a cargo de cada grupo; mientras que los exámenes de fin de bimestre fueron similares para todos los estudiantes y se llevaban a cabo en un mismo horario.

La calificación de los exámenes la realizaba otro docente dentro de la cátedra, no el docente responsable del curso. En la Tabla 2 se muestra la distribución de puntajes para las actividades académicas.

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES

Instrumento	Puntaje
Deberes	2
Prueba	4
Examen	4

- Modalidad en Línea

Debido a la pandemia y a la necesidad de unificar aún más los contenidos de la asignatura antes de iniciar el semestre 2020- A, se elaboraron documentos digitales comunes con los contenidos teóricos resumidos y ejercicios, para ser utilizados en clases; además, se desarrollaron hojas comunes de ejercicios propuestos, de los cuales algunos de ellos se enviaron como deber y los restantes se resolvieron con detalle de pasos en las clases.

Para el semestre 2021-A se amplió la presentación de los contenidos y se incrementó ejercicios resueltos.

En lo concerniente a los exámenes en modalidad virtual, a excepción de una prueba en el semestre 2020-A, se presentaron de manera sincrónica en el horario asignado a clase, con un cuestionario en el aula virtual de opción múltiple y un solo intento, además de un ejercicio de desarrollo con envío de evidencia; la calificación de los exámenes lo realizaba el profesor a cargo del curso, para el diseño del examen el profesor a cargo realizaba la propuesta y un par de evaluadores dentro de la cátedra la revisaba para verificar si cumplía con los temas a evaluar, el tiempo asignado y el grado de dificultad considerado para cada tema.

Los exámenes supletorios o de recuperación se realizaban de manera común y en un mismo horario para todos los estudiantes, durante la modalidad en línea.

Semestre 2020-A

El desarrollo del semestre se realizó en base a las planificaciones y el documento común de trabajo, para la prueba se elaboraron cuestionarios en el aula virtual que se autocalifican, con preguntas de opción múltiple, relación, numéricas, respuesta corta, por cada bloque de contenidos, que se aplicaron en forma asincrónica, con la opción de varios intentos, a todos los estudiantes matriculados en la materia. La Tabla 3 presenta la distribución de puntajes considerada para el semestre 2020 -A

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES SEMESTRE 2020-A

Instrumento	Puntaje
Pruebas	3.5
Proyecto	1.5
Deberes y actividades en aula virtual	1.5
Examen	3.5

Semestres 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A

Se maneja la asignatura en base al documento común generado en la cátedra y los ejercicios acordados en la misma, se propone incluir el trabajo en equipo dentro de las actividades a desarrollar el estudiante y se considera la elaboración de un proyecto que debía ser propuesto por el docente, se realizaron controles de avance del proyecto.

La Tabla 4 presenta la distribución de puntajes considerada para los semestres 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A

TABLA 4
DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES SEMESTRES

Instrumento	Puntaje
Prueba	2.5
Deberes	1.5
Actividades en aula virtual	2.5
Examen	3.5

D. Resultados y Análisis

En la Escuela Politécnica Nacional la calificación final para aprobar una asignatura es de 14 puntos. En los semestres en modalidad en línea se implementó por parte de la dirección académica varios métodos de aprobación para estudiantes que atravesaron por situaciones adversas en la pandemia del COVID-19, como por ejemplo muerte de familiares, contagio de COVID, pérdida de medios económicos por miembros de la familia directa, etc. Estos mecanismos se denominaron “favorabilidad por COVID-19” lo que permitía al estudiante, una vez comprobados, aprobar la asignatura con 12 puntos.

En la Figura 1 se muestra un gráfico de caja donde es posible observar que las medias del puntaje obtenido por los estudiantes son cercanas a 14, en todos los semestres, pero la dispersión y valores atípicos son visiblemente diferentes entre ellos. Se visualiza que para el semestre 2020 A, cuando se cambió a la modalidad virtual, la dispersión disminuye y la media se incrementa, en comparación con los semestres en modalidad presencial. A partir del 2020 B, en adelante se observan medidas de centralización similares a las de modalidad presencial, sin embargo, la dispersión es casi el doble de aquellos en modalidad presencial.

Para identificar si el cambio de modalidad generó un impacto en el rendimiento académico de los estudiantes primero se estudió si existe homogeneidad en las varianzas mediante la prueba de Levene, en el cual se obtuvo un p-valor de 2.2×10^{-16} , por lo cual se concluye que las varianzas no son homogéneas.

Se realizó una prueba ANOVA unidireccional, cuyas pruebas de hipótesis fueron:

H_0 : Las medias de los diferentes semestres son iguales

H_1 : Al menos uno de los grupos tiene una media diferente a la de los otros grupos

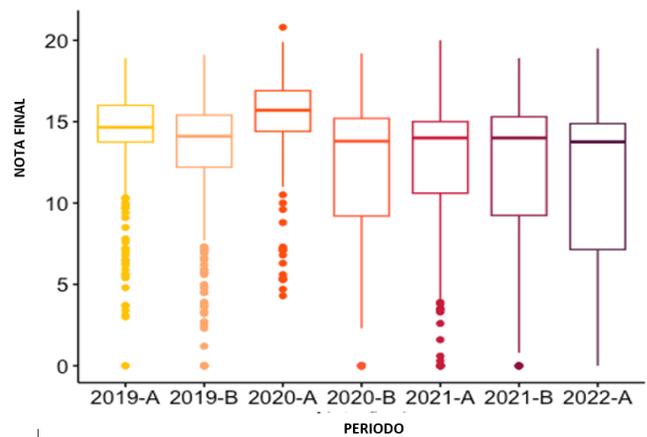


Figura 1. Notas finales por periodo

Al realizar la prueba de hipótesis se obtuvo un p-valor de 2.2×10^{-16} , por lo que podemos concluir que existe una diferencia significativa en al menos un par de períodos con un 95% de confianza.

Se realizaron pruebas ANOVA tomando pares de períodos, y con ello determinar qué pares de semestres específicamente son diferentes, en la Tabla 5 se muestra el p-valor correspondiente a la comparación entre semestres.

TABLA 5
COMPARATIVA DE VALORES "P" ENTRE SEMESTRES

p-valor	2019-A	2019-B	2020-A	2020-B	2021-A	2021-B
2019-B	0.00267					
2020-A	0.00000	0.00000				
2020-B	0.00000	0.00546	0.00000			
2021-A	0.00000	0.12827	0.00000	0.09589		
2021-B	0.00000	0.04255	0.00000	0.40920	0.42328	
2022-A	0.00000	0.00000	0.00000	0.03626	0.00003	0.00267

En la Tabla 5 es posible identificar similitudes entre los semestres 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A, semestres que se realizaron en modalidad virtual y se adaptaron a la nueva realidad, el semestre 2020-A presenta un comportamiento diferente para los semestres en modalidad en línea ya que corresponde al primer semestre de adaptación frente a esta nueva modalidad y las facilidades que se presentaron a los estudiantes como mantener pruebas asincrónicas con varios intentos permitieron al estudiante obtener mejores calificaciones.

Los semestres que se desarrollaron en modalidad virtual presentan un comportamiento similar ya que las adaptaciones curriculares se mantuvieron y las evaluaciones se realizaron bajo similares estándares, además se considera en ellos el trabajo colaborativo o en grupo, a diferencia de los semestres en presencialidad, a pesar de la virtualidad los estudiantes pudieron manejar a su favor este elemento de evaluación el cual les permitió fortalecer sus conocimientos y mejorar sus habilidades sociales que de cierta forma se vieron frenadas por la pandemia.

En las Figuras 2 y 3 se muestran las funciones de densidad para cada semestre en las modalidades consideradas en el estudio.

Como se puede observar en la Figura 2 las funciones de densidad en la modalidad presencial presenta similitud, en el caso de la Figura 3 para la modalidad en línea se observa

comportamientos marcadamente distintos en los semestres 2020-A y 2022-A, para el semestres 2020-A el comportamiento se puede presentar debido a que al ser el primer semestre en virtualidad, se flexibilizó las evaluaciones al incluir varios intentos en su realización y permitir al estudiante realizarlas de manera asincrónica.

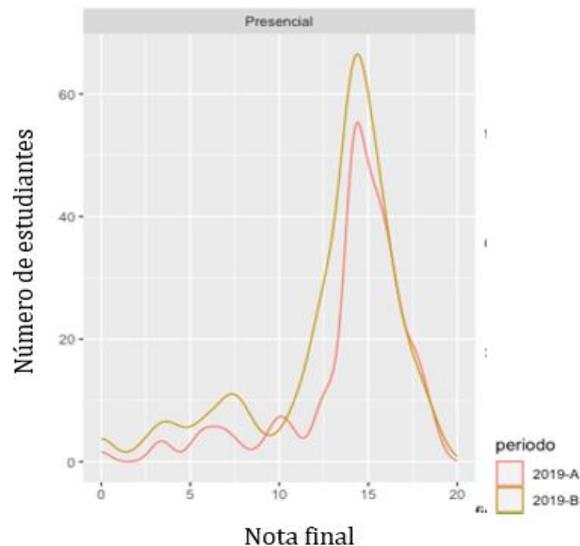


Figura 2. Funciones de densidad modalidad presencial

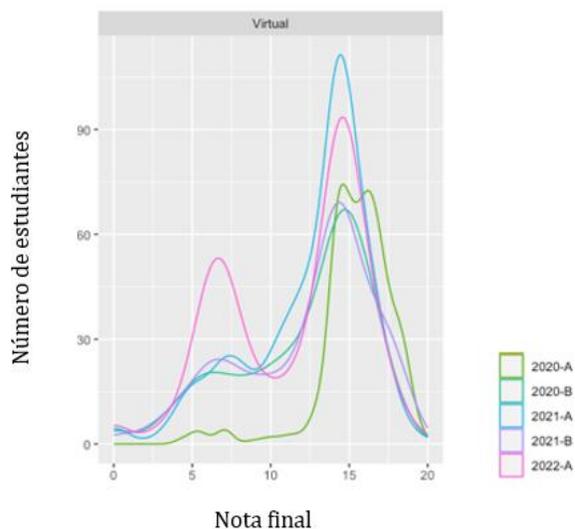


Figura 3. Funciones de densidad modalidad en línea

E. Conclusiones

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos con respecto al rendimiento académico de los estudiantes y a las adaptaciones realizadas en la asignatura se presentan las siguientes conclusiones:

Se puede afirmar que el manejo de los estudiantes en modalidad presencial, presentó similar función de densidad en los semestres considerados, además la metodología de enseñanza y evaluación se mantuvo similar en los semestres de estudio.

Los semestres en modalidad virtual, presentan variación en sus funciones de densidad, se puede observar que la función de densidad del 2020-A presenta un comportamiento diferente en comparación con los demás semestres debido a que corresponde al primer semestre realizado en modalidad en línea y en donde la metodología de enseñanza y evaluación se modificó, además ya se incorporaron recursos digitales.

Los semestres 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A presenta cierta similitud en su función de distribución ya que la modalidad de estudio virtual ya estaba asimilada tanto por los estudiantes como para docentes; y, los parámetros de evaluación y enseñanza en la cátedra se mantuvieron, se nota además un incremento en la media de estudiantes aprobados ya que se considera el trabajo en grupo y como esté influye en el aprendizaje.

Del cuadro de comparación de ANOVA para cada semestre se puede observar que los semestres 2020-B, 2021-A, 2021-B y 2022-A presentan similar comportamiento. Se resalta el incremento en la dispersión en los cursos en línea, puesto que la media, nos indica que los resultados generales se mantuvieron, pero de manera particular se tuvieron más estudiantes con notas inferiores a la media, en comparación con la modalidad presencial. Esto nos lleva a concluir, que si bien, en términos generales se obtienen resultados similares tanto en modalidad virtual como en modalidad presencial, los estudiantes con bajo desempeño tienen mejores resultados en modalidad presencial.

Además, se recomienda ampliar este tipo de estudios de rendimiento académico considerando aspectos como nivel socioeconómico de los estudiantes e inteligencia emocional.

REFERENCES

[1] Saavedra Carrión, N. P., Vásquez Urbina, G. S., Vásquez Urbina, M. P., Vílchez Ramírez, C., y Ucharima Huarcaya, E. (2021). Educación virtual en la satisfacción escolar en estudiantes de una institución educativa secundaria de Ayacucho, 2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 11919-11933. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1206. M. King, B. Zhu, and S. Tang, "Optimal path planning," *Mobile Robots*, vol. 8, no. 2, pp. 520-531, March 2001.

[2] Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC). (2021) ¿Cerrar ahora para reabrir mejor mañana? La continuidad pedagógica en las universidades de América Latina durante la pandemia. <https://www.iesalc.unesco.org/publicaciones-2/> M. King and B. Zhu, "Gaming strategies," in *Path Planning to the West*, vol. II, S. Tang and M. King, Eds. Xian: Jiaoda Press, 1998, pp. 158-176.

[3] República del Ecuador, Decreto Presidencial, 1017

[4] Bellanger, W. (2020). La educación en línea es como un seguro de vida y ha sido nuestra tabla de salvación. *Envío Digital*, 460. <https://www.envio.org.ni/articulo/57931>.

[5] Grasso, P. (2020), Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior. *Revista de educación. Año XI pp.87-102*

[6] Navarro, E. (2003). El rendimiento académico, concepto, investigación y desarrollo. *Revista iberoamericana sobre claida, eficacia y cambi en educación. vol 1 num. 2 p1*

[7] Hernández Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill

[8] Abella García, V., Grande de Prado, M., García-Peñalvo, F. J. y Corell, A. (2020). Guía de recomendaciones para la evaluación online en las Universidades Públicas de Castilla y León. Versión 1.1. Castilla y León, España: U. d. L. Universidad de Burgos, Universidad de Salamanca y Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://bit.ly/2SqTtR2M>.