



*La previsión de la deserción estudiantil en una Universidad Privada de Lima - Perú mediante procesos estocásticos, Cadenas de Markov*

*The anticipation of student desertion at Private University of Lima-Peru, through Stochastic Processes, Markov Chains*

*A previsión de la deserción estudiantil en una Universidad Privada de Lima - Perú mediante procesos estocásticos, Cadenas de Markov*

Luis Benavides-Lucksic <sup>I</sup>  
[20191717@lamolina.edu.pe](mailto:20191717@lamolina.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0003-4001-4215>

Ricardo Villena-Presentación <sup>II</sup>  
[rvillenap@unmsm.edu.pe](mailto:rvillenap@unmsm.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0002-4858-8267>

Walter Andía-Valencia <sup>III</sup>  
[wandiav@unmsm.edu.pe](mailto:wandiav@unmsm.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0002-4122-3820>

**Correspondencia:** [20191717@lamolina.edu.pe](mailto:20191717@lamolina.edu.pe)

Ciencias de la Educación  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 25 de agosto de 2020 \***Aceptado:** 27 de septiembre 2020 \* **Publicado:** 30 de octubre de 2020

1. Magister en Administración de Empresas, Biólogo, Docente de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
2. Magister en Administración de Negocios, Ingeniero Industrial, Docente en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
3. Doctor en Administración, Ingeniero Industrial, Docente en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú



## Resumen

La pandemia producida por el covid-19 ha afectado a la población, en todos los países del mundo y sectores económicos sobre todo las Instituciones de Educación Superior del Perú especialmente del sector privado.

La disminución de estudiantes matriculados en las diferentes escuelas de una universidad privada, en el país y preocupación por parte de los accionistas y de los trabajadores acerca de la sostenibilidad de las instituciones ha obligado a numerosas de ellas, realizar cambios en el tamaño de la organización, reduciendo el número de docentes y afectando en el desarrollo profesional de los estudiantes y a largo plazo al país.

El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de la pandemia en una universidad privada del Lima – Perú, utilizando como indicador la cantidad de alumnos matriculados en un semestre académico y compararlo con otro similar, para lo cual se ha empleado el método estocástico (cadenas de markov); como parte de la metodología se ha realizado un muestreo estadístico para obtener las diferentes matrices que permiten predecir eventos futuros.

También se ha analizado las causas de la deserción estudiantil y las perspectivas que tienen los estudiantes en el corto plazo resultado de la información generada en el presente estudio.

**Palabras claves:** Procesos estocásticos; deserción estudiantil; cadenas de Markov.

## Abstract

The covid-19 pandemic has affected the population, in all countries of the world and economic sectors, especially Peru's higher education institutions, especially the private sector. The decline of students enrolled in the different schools of a private university, in the country and concern on the part of shareholders and workers about the sustainability of the institutions has forced numerous of them, make changes in the size of the organization, reducing the number of teachers and affecting the professional development of students and in the long term of the country. The objective of this research is to determine the effect of the pandemic on a private university in Lima – Peru, taking as an indicator the students enrolled from one academic semester to another and using as a tool stochastic method (markov chains), statistical sampling was carried out to obtain the different matrices to predict future events. It will analyze the causes of student desertation and the perspectives that students have in the short based on the study of the sample of a Private University of Lima – Peru.

**Keywords:** Stochastic processes; student desertion; markov chains.

## Resumo

A pandemia produzida pela covid-19 foi afetada pela população, em todos os países do mundo e setores econômicos sobre todas as instituições de educação superior do Peru, especialmente do setor privado.

La disminución de estudiantes matriculados en las diferentes escuelas de una universidad privada, en el país y preocupación por parte de los accionistas y de los trabajadores acerca de la sostenibilidad de las instituciones ha obligado a numerosas de ellas, realizar cambios en el tamaño de la organización, reduciendo o número de docentes e afectando no desarrollo profesional de los estudiantes ya largo plazo al country.

O objetivo desta investigação é determinar o efeito da pandemia em uma universidad privada del Lima - Peru, utilizando como indicador a quantidade de alunos matriculados em um semestre acadêmico e comparador com outros semelhantes, para que o qual se tenha empleado o método estocástico (cadenas de markov); como parte de la metodología se ha realizado un muestreo estadístico para obtener las diferentes matrices que permiten predecir eventos futuros.

También se tem analizado as causas de la deserción estudiantil y las perspectivas que tienen los estudiantes en el corto plazo result de la información gerada en el presente estudio.

**Palavras-chave:** Processos estocásticos; Deserção do aluno; Cadeias de markov

## Introducción

La presente investigación tiene como objetivo identificar el efecto económico de la pandemia en la deserción estudiantil, aplicando métodos estocásticos. Asimismo, se utiliza los procesos estadísticos para determinar el tamaño de muestra para el cálculo de las probabilidades que serán la base en el desarrollo de las cadenas de markov. En el estudio, se busca predecir el porcentaje de estudiantes que dejaran de estudiar debido a los efectos económicos de la pandemia – covid 19

Al inicio del trabajo se abordan los aspectos teóricos que sustentan el planteamiento. Se hace una reseña de los modelos de procesos estocásticos, específicamente el modelo de Markov. La primera parte concluye haciendo un recuento de diversos trabajos que han abordado temas parecidos para el caso de Sudamérica resaltando las coincidencias y diferencias de dichos trabajos. La segunda parte se centra en la recolección de la data y los métodos para su

organización, así como la extracción de los datos probabilísticos y el planteamiento para la resolución del problema a través del método de cadenas de Markov.

Al inicio de la parte final, se obtienen los resultados; ampliándose luego a la interpretación de estos, el análisis y valoración de estos resultados y finalmente unas conclusiones y recomendaciones.

### **Procesos Estocásticos**

El método que se va a utilizar para modelar el escenario es el estocástico mediante cadenas de Markov como elemento predictor.

Un proceso estocástico  $X = \{X_t, t \in T\}$  es un conjunto de variables aleatorias. Para cada  $t$  en el conjunto de índices  $T$ ,  $X_t$  es una variable aleatoria. Usualmente se interpreta  $t$  como el tiempo y  $X_t = j$  se llama el estado del proceso en el tiempo  $t$ . El índice  $t$  puede ser discreto (conjunto contable), o puede ser lo contrario, donde nos encontraríamos con un proceso estocástico (Ross, 1996)

### **Cadenas de Markov**

Una cadena de Markov es un proceso estocástico de tiempo discreto, que satisface la propiedad markoviana si para cualquier  $n$  la distribución condicional de  $X_{n+1}$ , dadas  $X_0, X_1, \dots, X_n$ , es independiente de  $X_0, X_1, \dots, X_n$ ,

$$P \{X_{n+1} = j | X_0 = i, X_1 = 1, \dots, X_n = i\} = P$$

$$\{X_{n+1} = j | X_n = i\} = P_{ij}$$

Es decir, la probabilidad de estar en el estado  $n+1$  sólo depende del estado inmediatamente anterior del sistema (Rodríguez, 2012)

$$P (X_{n+1} = j | X_n = i) = P_{ij}$$

### **Deserción Estudiantil**

La deserción estudiantil es un problema crítico en la sociedad que lo impacta siendo este un factor muy importante en la posibilidad de desarrollo de una comunidad y país (Albarán, 2019). Las causas de la deserción son diversas pudiendo ser de índole económico, social, etc., que definitivamente impacta en el proyecto de vida de los estudiantes. (Ministerio de Educación de Colombia, 2015)

Para minimizar la deserción estudiantil se puede hacer desde una perspectiva económica, que se tienen dos clasificaciones: el modelo costo-beneficio y el apoyo mediante subsidios. Se concluye que si los beneficios sociales y económicos que perciben los estudiantes son menores comparados con el esfuerzo y el trabajo que se requieren para desarrollar la carrera, las personas terminan por abandonar los estudios. Igualmente influye si el estudiante tiene la percepción de capacidad económica para poder cubrir sus estudios, para lo cual las instituciones ofrecen subsidios, becas, créditos a largo plazo y con tasas de interés muy bajas, a los cuales pueden acceder dichos estudiantes (Castaño. et al., 2004).

Los autores Chiang & Yen en su publicación señalan que la educación es un factor importante en nuestro desarrollo con la finalidad de mantener las competencias ante un entorno cambiante y disímil. Ante esta posibilidad surge el e-learning como una opción entra la fusión del internet con la computadora generando las siguientes ventajas: a) un mejor ambiente de aprendizaje en tiempo, localización y flexibilidad b) Como un mediano sistema de información en que el cual los alumnos digitalizados tengan la posibilidad de interactuar y aprender generando motivación en ellos c) Reducción de los costos de aprendizaje por ser asincrónico. A pesar, de las diferentes ventajas que otorga la educación virtual en el Perú tiene una brecha digital que imposibilita (Chiang & Yen, 2020)

## **Metodología**

Un elemento fundamental en el estudio de las cadenas de Markov son las probabilidades de transición entre estados. Siendo esta una herramienta potente para predecir la evolución de un fenómeno dinámico, en mediante el empleo de una matriz de transición (Naupa, 2017). Con la finalidad de determinar las probabilidades se va a realizar encuestas a estudiantes con a la finalidad de determinar la probabilidad de los estudiantes que han ingresado a la Universidad presentado dos posibles estados: 1) Qué habiendo ingresado a la Universidad se han matriculado en el semestre académico de estudio 2) Qué habiendo ingresado no se han matriculado en este semestre académico de estudio. Para lo cual se realizó una encuesta virtual que fue realizada a los estudiantes sin embargo debido a factores de motivacionales o de fatiga no fueron realizados por la totalidad de ellos.

La encuesta fue realizada con preguntas cerradas y se eligieron los motivos más resaltantes, estos fueron: a) Respaldo económico b) No atrasarse de ciclo c) Preferencia por lo virtual.

El principal tópico que se analizó fue el impacto del covid 19 en la deserción estudiantil universitaria verificando sus efectos mediante el empleo de Cadenas de Markov como herramienta predictora para los futuros semestres 2020-2 y el 2021-1.

Se presenta información en la Tabla 1 se muestra los estudiantes matriculados en el periodo 2020-1, ya en un entorno covid. En la tabla 2 se muestra los estudiantes matriculados en el periodo 2019-2 sin el entorno covid.

**I.** Tabla N° 1. Número de Estudiantes activos por Sede de estudios Semestre 2020-1

<b>II.</b>		
<b>III.</b>		
<b>IV. Programa</b>	<b>V. Sede</b>	<b>VI. Total</b>
<b>VII. Ingeniería</b>	<b>VIII. Lima - Este</b>	<b>IX. 585</b>

**X.** Fuente: Dato proporcionado por la institución en el semestre 2020-1

**XI.** Tabla N° 2. Número de Estudiantes activos por Sede de estudios Semestre 2019-2

<b>XII. Programa</b>	<b>XIII. Sede</b>	<b>XIV. Total</b>
<b>XV. Ingeniería</b>	<b>XVI. Lima - Este</b>	<b>XVII. 731</b>

**XVIII.** Fuente: Dato proporcionado por la institución en el semestre 2019-2

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

De acuerdo a los datos proporcionados por la institución podemos inferir que la disminución de estudiantes del semestre pre-covid y semestre en la pandemia fue de 146 estudiantes, el cual configura el 20% de total de estudiantes del programa en donde se realizó el estudio. Además, los estudiantes matriculados fueron del 80%. Con la información obtenida y considerando un nivel de confianza del 95% se calculó el tamaño de muestra conociendo el tamaño de la población de estudio:

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la Población (731 estudiantes)

Z = Nivel de Confianza. (95% de nivel de confianza,  $Z=1.96$ )

P: Probabilidad de Éxito. (Estudiantes matriculados = 80%)

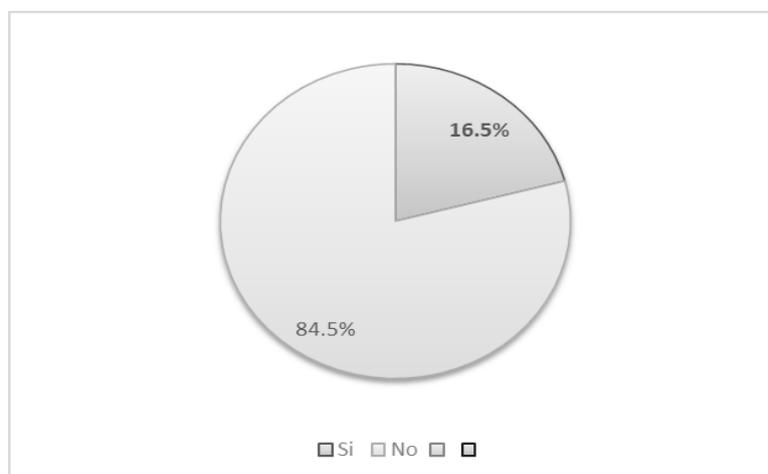
Q = Probabilidad de Fracaso. (Estudiantes no matriculados = 20%)

D= Error (Error permisible = 5%)

SE obtuvo como resultado la siguiente cantidad de muestras de estudiantes para que sea estadísticamente representativa: 184 estudiantes.

Para el desarrollo de la encuesta y debido a las medidas restrictivas por el momento que se realizó el estudio, se procedió a realizar encuestas virtuales, donde se solicitó a los estudiantes que desarrollen las preguntas, cuyos resultados se muestran en la figura N° 1.

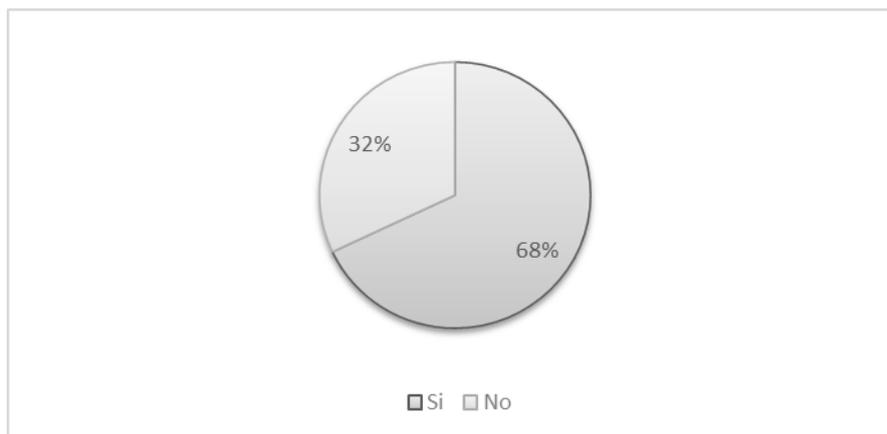
**Figura N° 1.** Estados de matrícula de los Estudiantes en el periodo 2020-1



En la figura N° 1 se observa que los estudiantes que se encuentran cursando sus estudios son el 84.5% y los que no se encuentra realizando el 16.5%.

Otra pregunta que es relevante para el desarrollo del cálculo fue: ¿Te matricularías en el siguiente semestre?

**Figura N°2.** Estado proyectado de matrícula para el periodo 2020-2



Como resultado de la encuesta podemos observar que los estudiantes que se matricularían en el siguiente semestre sería el 68% y que no se matricularían sería el 32%, tal como se muestra en la figura N° 2.

Adicionalmente se presenta los siguientes resultados:

**Tabla N° 3.** Tabla de confrontación de Resultados

<i>Estado de Matricula 20 – 1/Possible Estado 20 – 2</i>	Si	No	Total
SI	28	59	87
No	5	11	16
Total	33	70	103

Fuente: Propia

Con los resultados obtenidos en el estudio realizado podemos realizar la matriz de transición Matriz de Transición de los estados de matrícula de los estudiantes de un semestre a otro.

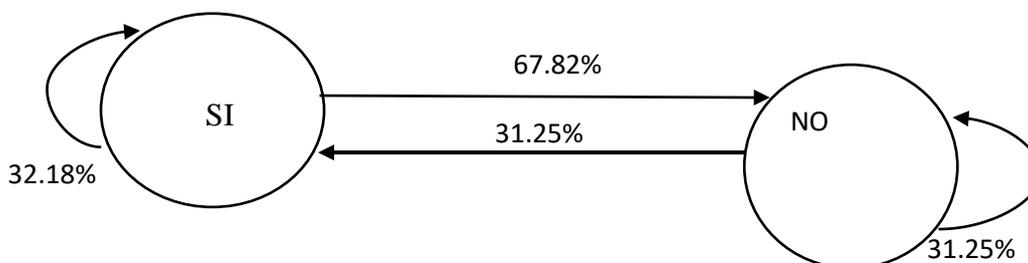
	Si	No
Si	(32.18%	67.82%)
No	(31.25%	68.75%)

En este primer cuadro se puede evidenciar el fuerte impacto de la situación económica en donde según los estudios realizados se evidencia el alto nivel de deserción dentro de la institución el cual impactara en el futuro de los estudiantes y a corto plazo a los diferentes

grupos de interés tales como la institución, los trabajadores, docentes tiempo parcial y completo.

El diagrama de transición del evento sería:

Figura N° 3. Diagrama de Transición



Fuente: Elaboración Propia

Con la información investigada se procede a realizar los cálculos con la finalidad de predecir los eventos futuros mediante cadenas de Markov.

Cálculo de Proceso de Cadenas de Markov, para calcular el estado del semestre académico 2020-2

$$\begin{bmatrix} 84.5\% & 16.5\% \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 32.18\% & 67.82\% \\ 31.25\% & 68.75\% \end{pmatrix} =$$

Vector Inicial (Estado Inicial)
Matriz de Transición

Resultado empleando Cadenas de Markov para predecir el nivel de deserción para el semestre 2020-2

$$\begin{matrix} & \text{Si} & \text{No} \\ \begin{bmatrix} 32.04\% & 67.96\% \end{bmatrix} & & \end{matrix}$$

### Resultados y discusión

De acuerdo con la investigación realizada se puede observar el impacto en la continuidad estudiantil debido a los factores económico y otros producidos por la pandemia, según ello se puede observar que solo continuarían sus estudios el 32.04% del total de alumnos activos y que el 67.96% lo postergaría debido a factores asociados con el covid-19.

- Se ha encontrado un vector de estado inicial que visualiza cuantos estudiantes se han matriculado en el semestre 2020-1 y cuantos no, este sería un primer indicador para verificar el impacto del estado de emergencia.

$$\left[ \begin{array}{cc} 84.5\% & 16.5\% \end{array} \right]$$

En la escuela profesional se han matriculado el 84.5% del total de estudiantes activos, se puede corroborar que la institución realizó los esfuerzos necesarios para minimizar como también lo hicieron otras instituciones sin embargo el impacto fue fuerte en el presente semestre, a pesar de que el estado de emergencia en el país fue en la segunda semana de marzo del 2020 y la matrícula en las primeras semanas. Se espera que el impacto sea mayor en el segundo semestre (Alayo, 2020).

- Se logró calcular la matriz de transición, esto se consiguió mediante el estudio realizado a los estudiantes a través de la encuesta virtual realizada en el mes de mayo del 2020 con los siguientes resultados

	Si	No
Si	32.18%	67.82%
No	31.25%	68.75%

En los resultados obtenidos podemos verificar la alta probabilidad de que los estudiantes dejen de estudiar por numerosos factores que se han sido preguntados a los estudiantes, pero sin embargo no son materia del estudio.

- Dentro de la encuesta realizada se preguntó a los estudiantes cuales son las causas por lo cual no continuarían estudiando, se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 4** Causas por lo cual los Estudiantes No continuarían estudiando el semestre académico 2020-2

Capacidad Financiera	46.1%
No conforme con las clases virtuales	28.9%
Pensiones altas	25%

Fuente: Propia

De acuerdo a la investigación realizada, el principal motivo por lo cual los estudiantes dejarían de estudiar por temas económicos es del 46.1%, motivo que ha generado que las instituciones educativas de educación superior soliciten la intervención del Estado con la finalidad de hacer viable el negocio educativo y no se rompa las cadenas de pagos entre los diferentes stakeholders de las instituciones (Diario Gestión, 2020). El impacto de la pandemia en las instituciones educativas no solo se puede deber por causas económicas sino también a la sostenibilidad de llevar cursos virtuales, debido a la brecha digital en donde podemos encontrar estudiantes y docentes que carecen de conocimiento de sistemas de información como también no cuentan con los recursos para tener una computadora o teléfonos celulares o conexión a internet para poder llevar cursos virtuales (Diario Gestión, 2020), otro factor importante es que los estudiantes consideran que la calidad de las clases virtuales no es la misma que las presenciales debido a la poca costumbre de emplearlas (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2020). Asimismo, en algunas instituciones no han reducido sus pensiones, lo cual influye negativamente en la decisión de continuar los estudios, porque los estudiantes consideran que las universidades deberían reducir un porcentaje del costo de la pensión al no tener gastos adicionales de mantenimiento o de servicios generales en las instituciones (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2020).

- Se ha analizado una escuela dentro de una institución educativa de nivel superior universitaria mediante encuesta virtual debido al confinamiento propia de un estado de emergencia, a pesar de que se envió a todos los estudiantes se obtuvo respuesta de un grupo importante de ellos.
- El Estado Peruano con la finalidad de minimizar el impacto en la deserción estudiantil ha emprendido programas de apoyo a los estudiantes denominado “Beca Continuidad de Estudios” el cual tiene como objetivo minimizar el impacto de la pandemia en la educación universitaria o secundaria (Pronabec, 2020)

## Discusión

- La matriz de transición debiera conservar sus tendencias si estos no son afectados por factores externos, con ello se podría predecir el semestre del año 2021, sin embargo, no se realiza debido a que los estados son dinámicos y muchos factores influyentes, ello podría llevar a errores de inferencias.

- La matriz de transición es una herramienta potente para predecir eventos futuros y con lo cual podemos llegar a estados estacionarios, pero debido al dinamismo de las variables independientes no se ha incluido en el presente estudio.
- No hay evidencia aún de estudios de deserción estudiantil en la educación universitaria superior en el Perú mediante cadenas de Markov en un entorno covid, por lo cual al ser dinámicos los factores que influyen en las variables independientes no se está comparando con estudios similares porque que el entorno es diferente.
- No se ha puesto en evidencia el nombre de la institución debido a la solicitud de confidencialidad de datos internos y posibles percepciones que se puedan llevar.
- Existe una discrepancia en algunos docentes universitarios que se resisten al cambio y que tienen la idea que la educación virtual no es de calidad en comparación de la educación de manera presencial, la cual están acostumbrados por la gran experiencia que tienen en ella.
- Los estudiantes universitarios rechazaron la educación virtual debido a la falta de capacitación de muchos docentes en el uso de las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TICs) y por los inconvenientes que esto genera, calificándola como una educación de baja calidad, por lo que muchos de ellos desertaron en sus estudios universitarios.
- Se evidencia rechazo a la educación virtual porque existe un gran porcentaje de padres de familia de los estudiantes quienes son los que solventan la parte económica de la educación de sus hijos, ya que se resisten al cambio por tener la idea que en este tipo de educación el estudiante no hace uso de los componentes físicos que brindaba la universidad cuando la educación era presencial y por desconocer en muchos casos el uso y el costo que puede generar las TICs.

## Referencias

1. Agencia Peruana de Noticias Andina. (16 de 04 de 2020). Agencia Andina. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-aspec-90-padres-estan-insatisfechos-clases-virtuales-colegios-privados-793195.aspx>

2. Alayo, F. (26 de Mayo de 2020). Diario el Comercio. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/del-campus-a-la-pantalla-cual-es-el-impacto-del-covid-19-en-las-universidades-del-peru-coronavirus-sunedu-minedu-noticia/>
3. Albaran, J. (2019). La Deserción Estudiantil en la Universidad Los Andes. *Revista Educación y Humanismo* , 60-92.
4. Chiang, L., & Yen, T. (2020). An Empirical Study on the Learning Outcomes of E- Learning Measure in Taiwanese Small and Medium - Sized Enterprises. *The Perspective of Goal Orientation Theory Sustainability*, 1-23.
5. Diario Gestión. (25 de 05 de 2020). Gestión . Obtenido de <https://gestion.pe/peru/coronavirus-peru-universidades-privadas-piden-intervencion-del-estado-para-brindar-apoyo-financiero-a-estudiantes-nndc-noticia/>
6. Franco, E., Martínez, O., Combata, H., & Hernández-Palma, H. (2019). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y su Influencia en la Transformación de la Educación Superior en Colombia para Impulso de la Economía Global. *Cielo*, 8. Recuperado el 2020, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n1/0718-0764-infotec-30-01-255.pdf>
7. Ministerio de Educación de Colombia. (2015). Estrategias para la Permanencia en Educación Superior: Experiencias Significativas. *Qualificar*.
8. Naupa, D. (2017). Simulación de la Dinámica de la Permanencia Estudiantil en la Facultad de Ingeniería Estadística de la UNA - Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
9. Pronabec. (2020). Pronabec. Obtenido de <https://www.pronabec.gob.pe/beca-continuidad-de-estudios/>
10. Rodríguez, c. (2012). Diseño de un modelo Estocástico usando Cadenas de Markov para pronosticar la deserción académica de estudiantes de Ingeniería Caso: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garabito. Bogotá: Pontificia Univeridad Javeriana.
11. Ross, S. (1996). *Stochastic Processes* . John Wiley & Sons, Inc.