“Modelación para predecir indicadores académicos en la Educación Superior”

“Modeling to predict academic indicators in Higher Education”

Lic. Yurislaisis Mosqueda Frómeta

Dr.C. José R. Capó Pérez

Msc. Yolanda Rosa Jiménez

|  |
| --- |
| DEI, UNAH  CEESA, UNAH  Dpto. MATEMATICA, UNAH  Universidad Agraria de La Habana, Autopista Nacional, carretera Tapaste km 231/2. San José de Las Lajas, Mayabeque. |

Autores para correspondencia:

[yari@unah.edu.cu](mailto:yari@unah.edu.cu),

[capo@unah.edu.cu](mailto:capo@unah.edu.cu),

[yjimenes@unah.edu.cu](mailto:yjimenes@unah.edu.cu)

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo establecer una herramienta matemática que perfeccione el proceso de planificación en la Educación Superior, basándose en modelos matemáticos que predigan el comportamiento para futuros ciclos lectivos del indicador Tasa de Promoción. Mostrando una revisión acerca de los indicadores utilizados en la gestión de la formación profesional en la Educación Superior así como los métodos, modelos y herramientas que miden este proceso. Para ello se realizó una revisión de los autores más relevantes en el tema que permita definir los indicadores y modelos a emplear en la investigación que se desarrolla al respecto en la carrera de Agronomía que se imparte en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

Palabras claves: indicadores, educación superior, modelos estadísticos matemáticos, agronomía.

Abstract

The objective of this paper is to establish a mathematical tool that improves the planning process in Higher Education, based on mathematical models that predict the behavior for future school cycles of the Promotion Rate indicator. Showing a review about the indicators used in the management of professional training in Higher Education as well as the methods, models and tools that measure this process. To this end, a review of the most relevant authors was carried out in order to define the indicators and models to be used in the research carried out in the Agronomy course taught at the Agrarian University of Havana (UNAH).

Keywords: indicators, higher education, mathematical statistical models, agronomy.

Recibido: 26 de febrero de 2019

Aprobado: 18 de marzo de 2019.

Referentes Teóricos y Metodológicos

La Educación Superior cubana

La educación superior comienza en Cuba al fundar la Orden de los Padres Dominicos, el 5 de enero de 1728, la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de La Habana, verdadera Alma Mater de todos los centros de educación superior que existen hoy en el país. Nacida en una época en que estaba asentado en la Isla el poder de la España colonial, no podía escapar de las características de su momento, en que hasta las grandes universidades europeas se hallaban en su más bajo nivel.

La creación de la Universidad de Oriente en 1947 y de la Universidad Central de Las Villas en 1952, añaden nueva tónica a la vida universitaria del país.

Se ha señalado que los rasgos comunes que caracterizaban a estas tres universidades estatales eran su matrícula, que apenas rebasaba los 15 000 estudiantes; su estructura de carreras, en las que predominaban las de humanidades en detrimento de otras ramas de la ciencia, y el contenido obsoleto y las formas y métodos de enseñanza pasivos y memorísticos que practicaba una parte del claustro y de los que estaba ausente, salvo aislados casos excepcionales, el trabajo de investigación científica de profesores y estudiantes. (Castro, 2004)

En enero de 1962 el Gobierno Revolucionario realiza la Reforma Universitaria, importante momento histórico que permite determinar las tendencias en el desarrollo de la educación superior en Cuba en estos años, y mediante la cual, entre otros aspectos, se modificó el régimen de gobierno universitario, se reorganizó la estructura de las universidades, se inició el desarrollo de la investigación científica, y se crearon nuevas carreras. Además, se fundó el sistema de becas universitarias, cambió la estructura de la matrícula según las necesidades del país, y se estableció la relación del estudio con el trabajo, principio básico de la educación cubana que está presente en todos los niveles del Sistema Nacional de Educación.

De 1959 a 1971, la matrícula en las universidades creció en 10 mil estudiantes, mientras que en los siguientes 10 años, el crecimiento fue de 155 000. Por estos primeros años surgen y se desarrollan los cursos universitarios para trabajadores. (Cantero, 2005)

A partir del 2000, como parte de las profundas transformaciones educacionales y en general de carácter social emprendidas por el estado cubano, se potencia con mayor fuerza la universalización de los conocimientos y dentro de ellos la de los estudios superiores, de conjunto con los restantes sistemas educacionales, lográndose la masiva incorporación de todo el pueblo a esos programas. Esta modalidad de enseñanza se entiende como la extensión de la universidad y de sus procesos sustantivos a toda la sociedad a través de su presencia en los territorios, permitiendo alcanzar mayores niveles de equidad y de justicia social en la elevación del nivel cultural integral de los ciudadanos. Muy vinculado a este concepto, se han creado sedes universitarias en instalaciones que reúnen las condiciones adecuadas para ello, aprovechando los recursos humanos (profesionales residentes en los municipios dedicados a tiempo parcial) y materiales de cada territorio (aulas en escuelas primarias y secundarias equipadas con medios audiovisuales) (Ministerio de Educación Superior (MES), 2009).

El Estado y el gobierno cubano han garantizado el funcionamiento sistema de enseñanza superior en mancomunado esfuerzo con su organismo rector, el Ministerio de Educación Superior, fundado en 1976. A partir de esta fecha se oficializa la red de Centros de Educación Superior y con ella los de perfil agropecuario; creándose Facultades de Agronomía como parte de Institutos superiores o Universidades en todas las provincias. Unido a ello y en pos del desarrollo de la educación agrícola superior surge la Comisión Central Agropecuaria, se elabora el Programa de Desarrollo de las Ciencias Agropecuarias y se diseña y pone en vigor el primer Plan de Estudios Nacional para formar al agrónomo (Torres *et al*., 2001).

Hasta la actualidad, los Planes de Estudio del agrónomo en Cuba han estado en constante perfeccionamiento, en concordancia con el desarrollo científico técnico de la sociedad, la política económica del país y en busca de la calidad y pertinencia en la formación del profesional basada en la concepción pedagógica de docencia-investigación-producción, cuya aplicación y evaluación satisfactoria tiene más de 20 años.

Existen criterios evaluativos que sirven como marco de referencia para evaluar la calidad en una institución o programa académico vinculado a la eficiencia interna de los procesos. En Cuba, uno de los indicadores más significativos y comúnmente utilizados para evaluarla es la Eficiencia Académica Terminal o Eficiencia de graduación, que se expresa tanto cuantitativa como cualitativamente e influye, conjuntamente con otras variables en los niveles de efectividad del rendimiento académico. (MES, 2005).

La deserción académica, abandono o baja docente como indistintamente se identifica al fenómeno de abandono de los estudios por parte de los educandos, la tasa o proporción que representan con relación a la matrícula, está reconocida entre los problemas crónicos de la eficiencia académica (Bravo, 1998)

La problemática de la eficiencia académica terminal o de graduación, las bajas y la repitencia se inserta en un conjunto de estudios realizados en la educación superior cubana, por supuesto cada uno desde diferentes ópticas y objetivos particulares.

Esto ha dado lugar a un trabajo permanente en la atención y mejoramiento de los factores externos (exógenos) e internos (endógenos) que provocan las bajas y la repitencia en la educación superior a través de la implementación de políticas y estrategias integrales tendentes a elevar la eficiencia del proceso docente-educativo y entre otros aspectos, disminuir su efecto negativo e incrementar los niveles de permanencia y graduación en todas las carreras.

Por la importancia y actualidad que sigue teniendo esta temática y más aún en el marco de un proceso de perfeccionamiento del trabajo en los CES adscritos al (MES) para lograr la elevación constante de la calidad en un contexto de crecimiento del número de estudiantes en todas las modalidades de estudios, el Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES) de la Universidad de La Habana y la Dirección de Formación del Profesional del MES se han planteado la tarea de profundizar en el estudio sobre las Bajas y Repitencia en la Educación Superior a través de un Proyecto de Investigación Conjunto con otros CES dentro del Programa Ramal de Pedagogía.

En este contexto varios autores de la UNAH, Capó (1987), Torres *et al* (2001, 2002 y 2004) han profundizado desde hace más de 30 años en el estudio de las causas que limitan el alcance de indicadores superiores de promoción, retención y consecuentemente la elevación de eficiencia académica terminal.

El presente trabajo pretende constituir un modesto aporte a la continuación de estudios orientados al logro del propósito anteriormente enunciado.

La planificación en la Educación Superior Cubana

El desarrollo acelerado de las TICS corresponde a la demanda de información generada por la sociedad. El futuro se proyecta permeado de incertidumbre y riesgos. (Jiménez 2019). La educación superior tiene la misión de enfrentar tales retos de conjunto con el proceso de masificación generado desde el pasado siglo. En tal sentido organizaciones internacionales como la UNESCO han planteado…”los establecimientos de enseñanza superior deberían adoptar prácticas de gestión con una perspectiva de futuro que responda a las necesidades de sus entornos. Los administradores de la enseñanza superior deben ser receptivos, competentes y capaces de evaluar regularmente -mediante mecanismos internos y externos- la eficacia de los procedimientos y las reglas administrativas” (UNESCO, 1998).

El proceso de gestión en las Instituciones de Educación Superior (IES) debe tener en cuenta que estas funcionan como un sistema complejo formado por subsistemas que realizan tareas específicas y aunque en ocasiones son contradictorias estructural y funcionalmente, cuando actúan de manera articulada contribuyen al logro de los objetivos del sistema. (Capó, 2013).

La gestión y el financiamiento de la enseñanza superior exigen la elaboración de capacidades y estrategias apropiadas de planificación y análisis de las políticas, basadas en la cooperación establecida entre los establecimientos de enseñanza superior y los organismos nacionales de planificación y de coordinación a fin de garantizar una gestión debidamente racionalizada y una utilización sana de los recursos. (UNESCO, 1998).

La Gestión otrora Administración es... “el proceso de Planear, Organizar, Liderear y Controlar el trabajo de los miembros de una Organización y de utilizar los recursos disponibles de la empresa para alcanzar objetivos organizacionales establecidos”. Por lo que las acciones antes mencionadas constituyen las funciones de la Administración. (Stoner y Freeman ,1994).

La planificación constituye la principal función y consiste en establecer objetivos, definir tareas y asegurar los recursos necesarios para alcanzar dichos objetivos. La dirección constituye el vínculo entre los objetivos de la entidad y la ejecución de las tareas que aseguran su cumplimiento. El control es la función mediante la cual los ejecutivos se aseguran que las actividades planeadas se correspondan con las reales y es además la función que cierra el ciclo directivo (Capó, 2013).

Indicadores académicos

Según Schiefelbein (1978) “para alcanzar los objetivos definidos, es preciso formular planes de acción que permitan al ejecutivo seleccionar una opción consistente con sus expectativas”. El conducto para lograrlo, es sin lugar a dudas la ilimitada aplicación y explotación de los indicadores.

Indicadores son instrumentos construidos con datos cuanti y/o cualitativos que permiten relatar una historia sobre fenómenos que no son evidentes ni medibles directamente. Los indicadores mezclan datos y evolucionan con el tiempo y de acuerdo al espacio o territorio donde se vinculan se traducen en índices que son las medidas y estadísticas cuantitativas o escalas cualitativas que afinan o detallan cada indicador. (Miklos, 2008).

Los indicadores educativos, pueden definirse como “instrumentos que permiten medir y conocer la tendencia o desviación de las acciones educativas, con respecto a una meta o unidad de medida esperada o establecida; así como plantear previsiones sobre la evolución futura de los fenómenos educativos” (MES , 2005).

Entre los indicadores cuantitativos del rendimiento como referentes de calidad y eficiencia de un programa de formación profesional o de un curso de una materia específica, podrían citarse: tasas de retención y deserción académica, promoción sobre la matrícula inicial y final, calificación o nota por materia, calificaciones entre diferentes materias y para el ciclo de formación, número de graduados y eficiencia académica interna. Estas variables que expresan el aprovechamiento docente de los estudiantes, al mismo tiempo reflejan los resultados del trabajo académico y expresan la eficiencia y calidad con la que directivos, profesores y estudiantes interactúan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Torres *et al*., 2004).

Promoción sobre matricula (P/MI)

La promoción es una magnitud que refiere la relación entre los estudiantes que promueven en el curso con relación a la matrícula real al iniciarse el mismo. Es una tasa de eficiencia utilizada en los niveles de materia (asignatura, disciplina, modulo, etc.) año académico, al nivel de carrera (programa) y también puede utilizarse para un ciclo de aplicación del programa y para los diferentes programas dentro de la Universidad dada. En esencia este indicador sobre y permite realizar valoraciones el rendimiento docente de la masa estudiantil. Según (Vecino,1986) es el indicador fundamental para medir los resultados de cualquier sistema educativo.

Eficiencia Vertical (EV)

La EV por curso académico es la relación porcentual de la multiplicación de las tasa de promoción de los diferentes años del programa.

Eficiencia terminal (ET)

Según Zepeda del Valle y Lacki (2003), la baja eficiencia terminal constituye uno de los grandes problemas de la educación agropecuaria, lo que significa que un alto porcentaje de los estudiantes que ingresan, abandonan los estudios, incrementando los costos de formación de cada uno de los profesionales que egresan. Este problema es aún más grave si se considera que de los alumnos que egresan, solamente un pequeño porcentaje se gradúa, al aprobar su examen profesional o cumplir los requisitos de la titulación. Para los países de América Latina y el Caribe, que enfrentan serias limitaciones de recursos, lo anterior es inaceptable, ya que se debe garantizar a la sociedad el uso más eficiente, si no el óptimo, de los recursos que invierte en la educación. Esta ineficiencia tiene alto costo para las instituciones de ciencias agrarias. Mejorando la Eficiencia Terminal, al lograr que un mayor número de alumnos que ingresen, terminen su carrera, pueden obtener una parte de los recursos que se requieren para hacer los cambios urgentes y necesarios en la formación de los profesionales de las ciencias agrarias.

El número de estudiantes que finalizan sus estudios en relación al número de los mismos que ingresaron en el primer curso de esa promoción o la graduación que se alcanza al final de un ciclo en relación con los que ingresaron, es conocido indistintamente como eficiencia académica terminal (Vecino, 1986) , eficiencia terminal (Vidales 1992, Zepeda del Valle 1999), eficiencia horizontal (Capó, 1987, Torres y Lima, 2003) eficiencia interna (Almuiñas y García del Portal, 1994) y tasa de éxitos (De la Orden, 1997 y Ndoye 2001). Este indicador utilizado como expresión del rendimiento académico de una población estudiantil es a su vez reflejo de la eficiencia del modelo pedagógico para un ciclo de aplicación y refiere con bastante exactitud la calidad interna del sistema educativo (Torres *et al*., 2004), es además un primer referente en el estudio particular del comportamiento escolar de los alumnos, en la medida que proporciona elementos para una primera aproximación de los recorridos escolares completos o incompletos (Camarena *et al*., 1985).

La eficiencia del desempeño de una institución educativa, se mide, desde el punto de vista cuantitativo, mediante indicadores específicos, entre los que destacan el de reprobación, deserción, aprovechamiento, absorción, titulación y eficiencia terminal; pero sin duda alguna, este último es el de mayor importancia.

La eficiencia terminal que expresa en términos porcentuales el número de alumnos que egresan de una generación en particular, es un índice que integra los resultados de la reprobación y deserción; en consecuencia, permite conocer el nivel de desempeño de un plantel, considerando que su compromiso social es la formación de recursos humanos. Esta formación deberá caracterizarse por tener la calidad demandada por el mercado ocupacional y/o las Instituciones de Educación Superior, que reciben a los egresados del tipo educativo medio superior que decidieron continuar con sus estudios. (DGETA, 2005)

El interés por los fenómenos de la deserción y de la eficiencia terminal, constatado por el incremento en el número de estudios, ha ratificado no tan sólo el consenso sobre la importancia de los mismos sino que se ha convertido en materia de controversia teórica y empírica. En lo que respecta a la eficiencia terminal, esta se ha definido desde diversas perspectivas como: la relación cuantitativa entre los alumnos que ingresan y los que egresan de una cohorte, como la medición del número de egresados en relación con el número de primer ingreso, en una cohorte que cubra el tiempo de duración de una carrera y también como indicador que expresa la capacidad para lograr que quienes inician un nivel educativo determinado se gradúen satisfactoriamente en el mismo.

También se señala como la relación existente entre el producto y los insumos utilizados, donde el producto será el número de egresados que concluyen sus estudios, y los insumos el personal docente y los recursos financieros, midiendo la eficiencia terminal a partir del flujo de población escolar en sus 3 momentos: el primer ingreso, último grado, y el egreso. (De los Santos, 2003).

A menudo, se ha definido como la relación entre el número de alumnos que se inscriben por primera vez a una carrera profesional, conformando, a partir de este momento, una determinada generación y los que logran egresar de la misma generación, después de acreditar todas las asignaturas correspondientes al currículo de cada carrera, en los tiempos estipulados por los diferentes planes de estudio (Camarena *et al*., 1985).

Por su parte (Cuellar y Bolívar, 2006) señalan que no hay un consenso respecto a la medición de la Eficiencia Terminal, ni a lo que realmente debe medir, debido a que no está claro su estatuto teórico, versando este desacuerdo en primer lugar en el significado de los términos que la componen ingreso y egreso de una institución educativa o inicio y conclusión de un proceso formativo, y en segundo lugar, cuando no existe información precisa de estos momentos.

De hecho el desacuerdo surge en relación con la conclusión de los requerimientos del programa y se reduce a la opción entre “egreso” y “titulación” Camarena *et al* (1985), hacen un análisis crítico al plantear que la eficiencia terminal del sistema educativo, en tanto manifestación del rendimiento, se expresa inmediatamente en entidades observables, factibles de un estudio de tipo cuantitativo, por lo que la primera aproximación, en la investigación empírica, requiere tener presente la magnitud de esta manifestación. No obstante, este aspecto se "relativiza" en el momento de la interpretación y explicación de los niveles de eficiencia, ya que éstos sólo reflejan los resultados finales de un proceso escolar; la aprehensión de la eficiencia en toda su complejidad se da en la dinámica misma del proceso que la configura, y en la que intervienen aspectos cualitativos que no necesariamente tienen expresiones numéricas. Con todo, la condición de magnitud delimita las características empíricas de la eficiencia y, además, apoya referencialmente la explicación cualitativa de la misma.

Las autoras de referencia, confieren al aspecto cuantitativo un carácter aproximado, por cuanto no es posible discriminar a partir de la información de los Anuarios, el número de egresados pertenecientes a una generación en particular1, lo que contribuye a sobreestimar los niveles reales de la eficiencia terminal.

En este mismo sentido se pronuncian Pérez (2006) y ANUIES (2001). Pérez opina que el cálculo de la Eficiencia Terminal obtenido entre el número de alumnos que concluyen la totalidad de los estudios y los de primer ingreso en ese mismo año, aunque es la forma más simple, no refleja la complejidad del fenómeno de la deserción, pues no toma en cuenta la trayectoria escolar de una misma cohorte generacional, ni su rezago, y tampoco considera las migraciones entre instituciones.

Por su parte ANUIES (2001) plantea un mayor rigor en el cálculo de la Eficiencia Terminal para el cual deben utilizarse cohortes reales. En este caso su definición está dada por el cociente resultante de dividir el número de alumnos pertenecientes a una cohorte dada que egresa de dicho programa en cierto momento, entre los alumnos que entraron a ese programa en un momento anterior. Por ejemplo los egresados de la carrera de Contaduría Pública de la UAA en 1999 que comenzaron la carrera en 1994, entre el total de los que la comenzaron en 1994. Para calcular este índice, por supuesto, no basta tener los datos anuales de ingreso y egreso, sino se refiere a que en los datos de egreso se incluyen además de los miembros de una misma generación en particular, a alumnos provenientes de generaciones anteriores que experimentaron algún atraso en su recorrido escolar.

La trayectoria escolar se define como el recorrido que sigue una cohorte de estudiantes en un tiempo determinado, a partir de su ingreso a un plan de estudios específico. Por medio de este análisis se determinan los índices de abandono, rezago, egreso y titulación en un tiempo determinado. El tiempo se establece de acuerdo con los propósitos del estudio. Ej. Cohorte, semestre, curso. El método empleado para hacer este tipo de estudio en la UNAM es descrito en el libro sobre Deserción de la ANUIES por Rosa María Valle, Graciela Rojas y Ariadna Villa que es necesario tener datos que permitan desagregar individualmente el conjunto de los que terminan en un momento dado, distinguiéndolos según el momento en que iniciaron el programa.

Modelos estadísticos matemáticos

La Real Academia de la Lengua Española define modelo, en la acepción más adecuada al tema que se presenta, “como un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”. Un modelo es una representación simplificada de una realidad, usada para predecir o comprobar su comportamiento frente a situaciones nuevas. Para elaborar un modelo es necesario plantear una serie de hipótesis de manera que lo que se quiere representar esté suficientemente plasmado en la idealización, aunque también se busca, normalmente, que sea lo bastante sencillo como para poder ser manipulado y estudiado. (Valderrama, 2009). Por su parte (Lieberman, 2000) plantea que un modelo es, necesariamente una idealización abstracta del problema, por lo que casi siempre se requieren aproximaciones y suposiciones de simplificación si se quiere que el modelo sea manejable (susceptible de ser resuelto).

Se entiende por modelo a toda representación de algún aspecto de la realidad Gallagher y Watson (2005). Por su parte Vitoriano (2012) plantea que para definir modelo es preciso entender que un sistema es un conjunto de objetos o ideas que están interrelacionadas entre sí como una unidad para la consecución de un fin. A la representación simplificada de un sistema es a lo que se llama modelo, lo que constituye una abstracción del mismo.

Existen dos procedimientos para obtener modelos de sistemas:

* Análisis teórico o método deductivo: con este procedimiento se lleva a cabo un estudio cualitativo de los fenómenos que caracterizan el comportamiento del sistema, que son plasmados en relaciones matemáticas concretas que definen las ecuaciones descriptivas del proceso. Para dar una respuesta con este tipo de modelos hay que resolver las ecuaciones descriptivas del proceso, tarea que en ocasiones es especialmente difícil.
* Análisis experimental o método inductivo: consiste en construir un modelo matemático a partir de medidas realizadas sobre el sistema, dando una descripción detallada de cómo evoluciona a lo largo del tiempo, con el fin de observar el comportamiento del modelo y llevar a cabo experiencias con él: simulación del modelo.

Clasificación de los modelos

* 1. Pueden ser normativos y descriptivos: los primeros se expresan a través de normas o guías para determinados procedimientos mientras que los segundos describen la realidad pero no incluyen ninguna connotación de lo bueno o lo malo de lo óptimo o suboptimo.
  2. Los modelos también se clasifican atendiendo a las características físicas en concreto o abstracto: Los modelos concretos tiene en general características físicas en común con la realidad mientras que los abstractos no.
  3. Por la forma de clasificar los modelos es atendiendo al tipo de aplicación y de técnica. En el primer caso puede ser de inventario o de producción en cuanto a la técnica pueden ser de programación lineal o no.
  4. Los modelos para la toma de decisiones se clasifican atendiendo al tipo de escenario si es con certidumbre (deterministas) y si es con riesgo (probabilísticos).
  5. En base al nivel de conocimiento sobre el resultado del fenómeno sobre el que se ha construido un modelo, éste puede clasificarse en determinista, donde el resultado se conoce a priori sin incertidumbre, o estocástico, donde no se tiene certeza sobre el mismo sino tan solo se conoce la probabilidad de diversas opciones. (Valderrama. 2009)

Procesos Estocásticos

La teoría de los procesos estocásticos se centra en el estudio y modelización de sistemas que evolucionan a lo largo del tiempo, o del espacio, de acuerdo a unas leyes no determinísticas, de carácter aleatorio. (Mascareña, 2013).

Se llama variable aleatoria (v.a) a toda aplicación que asocia a cada elemento del espacio muestral (Ω) de un experimento, un valor. Si el conjunto de valores tomado por la variable es un conjunto numerable la variable aleatoria es discreta si el conjunto no es numerable, la variable es continua. Una variable aleatoria es una función X que asigna un valor a cada resultado del experimento. (Vitoriano, 2012).

Un proceso estocástico {X\_t }\_(t∈T) es un conjunto de variables aleatorias definidas todas sobre un mismo espacio de probabilidad (intuitivamente se diría que miden lo mismo pero en distinto instante de tiempo o punto espacial). Al conjunto de los posibles valores que pueda tomar la variable aleatoria se le denomina espacio de estados y se denota por la letra E, y puede ser continuo o discreto. Al conjunto T de subíndices se le denomina conjunto paramétrico y puede ser continuo o numerable, en el primer caso el proceso es denominado proceso en tiempo continuo mientras que en el segundo caso se denomina proceso en tiempo discreto. (Villalón, 2006, Salinas 2009, Rincón 2011, Vitoriano, 2012).

Series cronológicas

Una serie temporal cualquiera es, en realidad, una muestra, una realización concreta con unos valores concretos de un proceso estocástico teórico, real. A partir de los datos de una serie temporal, se puede inferir las características de la estructura probabilística subyacente, del verdadero proceso estocástico. (Arce y Mahia, 1985)

Serie temporal, es un conjunto de observaciones o medidas realizadas secuencialmente en intervalos predeterminados y de igual, o aproximadamente igual, duración. Proceso estocástico es un conjunto de variables aleatorias asociadas a distintos instantes de tiempo.

La relación entre una serie temporal y el proceso estocástico que la genera es la misma que hay entre una muestra y la variable aleatoria de la que procede.

Las características peculiares de una serie temporal (frente a una muestra) y de un proceso estocástico (frente a una variable aleatoria) son: las series temporales y los procesos estocásticos están referidos a instantes de tiempo concretos, y los datos están ordenados desde el pasado hasta el presente. El objetivo del análisis de series temporales es inferir la forma del proceso estocástico a partir de las series temporales que genera. (Jerez y Sotoca, Sonia, 2010).

Definición de series cronológicas o series de tiempo: es una sucesión de valores X\_1,X\_2,X\_3,…..,X\_n, correspondientes a un mismo fenómeno el cuál es observado a intervalos fijos de tiempo. Cué, Castell, Hernández, (1987). Coincide con esta definición (Murray R. Spiegel ,1977 y Guerra *et al* ., 1987,1990, 1991,2004, 2006). Por su parte (Coutin, 2001), la define como el conjunto de mediciones sobre el estado de una variable ordenados en el tiempo.

Las series temporales pueden clasificarse según Coutin en 2001 por la forma en que se ofrecen los valores de las mediciones en dos tipos:

* Continuas: cuando los valores se ofrecen de forma permanente, de manera tal que cada uno de ellos representa el estado de la variable en un instante, el cual puede ser tan pequeño como teóricamente se quiera suponer.
* Discretas: cuando los valores se ofrecen para intervalos de tiempo, generalmente homogéneos y donde representan la magnitud acumulada del estado de la variable durante ese intervalo.

Atendiendo al tipo de componente que pueden tener pueden ser:

* Con tendencia y sin estacionalidad
* Con tendencia y con estacionalidad
* Sin tendencia y con estacionalidad.

Otra clasificación es en estacionaria y no estacionarias atendiendo al tipo de proceso estocástico al que corresponda.

Objetivos del análisis de series temporales

Se pueden considerar varios posibles objetivos: (Vallejo, 2012)

1. Descripción

Cuando se estudia una serie temporal, lo primero que se tiene que hacer es dibujarla y considerar las medidas descriptivas básicas. Así, se tiene que considerar:

a) Si los datos presentan forma creciente o decreciente (tendencia).

b) Si existe influencia de ciertos periodos de cualquier unidad de tiempo (estacionalidad).

c) Si aparecen outliers (observaciones extrañas o discordantes).

2. Predicción: Cuando se observan los valores de una serie, se pretende normalmente no sólo explicar el pasado, sino también predecir el futuro.

El análisis de las series cronológicas describe el movimiento histórico del fenómeno estudiado, pero no los factores que lo originaron, marginando el nexo causal entre los fenómenos y reduciendo el análisis solo al estudio de los efectos visibles. Lo cual constituye una de sus limitaciones.(Cue,1987).

En la actualidad, el análisis de series temporales no sólo abarca el tratamiento de una serie aislada, sino que también contempla técnicas multivariantes que analizan y estudian conjuntamente más de una serie.

Dentro de las técnicas de estudio de las series temporales se pueden distinguir esencialmente dos grandes grupos: los métodos clásicos o de descomposición (métodos no paramétricos) y los modelos Autorregresivos Integrados con Medias Móviles (ARIMA) de series temporales (métodos paramétricos) propuestos por (Box y Jenkins, 1976). Un enfoque alternativo, y cierta forma complementario, de análisis de series temporales es el propuesto por (A. Maravall y V. Gomez ,1996) que tiene como objetivo identificar el modelo ARIMA de la serie que cumpla las hipótesis teóricas de partida. (Cabrer, 2005)

Una serie cronológica presenta varios tipos de movimientos o formas de comportamiento que son llamadas componentes. Las componentes más frecuentes de una serie cronológica son: Tendencia, estacionalidad, el ciclo y las perturbaciones aleatorias.

Tendencia. La tendencia representa el movimiento a largo plazo de la serie, el cual puede ser considerado como el valor en torno al cual se mueven los demás componentes.

Estacionalidad: Representa el movimiento de forma periódica que tiene lugar para períodos menores a un año, depende de la forma en que se toma la información que puede ser: mensual trimestral, semestral etc. Los factores que se reflejan en esta componente tienen un comportamiento más inestable que la tendencia. Por esto resulta importante el estudio de este componente cuando se quieren hacer pronósticos a corto plazo.

Ciclo: Es un movimiento oscilatorio y ondulatorio en la serie cronológica que se diferencia de la estacionalidad solo en la periodicidad, pues mientras la estacionalidad tiene período de un año el ciclo no tiene periodicidad fija y siempre tendrá longitud superior a un año.

La componente cíclica a pesar de hallarse presente en la mayoría de las series cronológicas no siempre resulta necesaria su inclusión en los análisis. Esta componente es fundamental en la Meteorología y la Sismología, así como en la medicina y la biología.

Perturbación Aleatoria: Desviación del comportamiento normal por causas aleatorias.

Estas componentes dan lugar a los modelos clásicos de las series cronológicas:

Aditivo: P=T+E+C+A

Multiplicativo: P=T\*E\*C\*A

Mixto: P=T\*E+C\*A

Donde: T: tendencia; E: estacionalidad; C: ciclicidad; A: aleatoriedad. (Arellano,2001)

Conclusiones:

1. Se hace necesario predecir el comportamiento de los indicadores académicos en los futuros ciclos lectivos de la carrera de Agronomía en la Universidad Agraria de la Habana (UNAH).
2. Mediante la utilización de un modelo estadístico matemático se puede predecir el comportamiento de los indicadores de promoción en la carrera de Agronomía en la UNAH, que permitirá la toma de decisiones para la planificación del proceso de formación del profesional.

Bibliografía

Almuiñas, J.L y García del Portal, J.M.1994. El modelo de cohorte: un instrumento

de evaluación. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. 14. No. 2. 93-106 pp.

ANUIES.2001. Deserción, rezago y Eficiencia Terminal en las IES: propuesta

metodológica para su estudio.[en línea] [Consultado el 23 de febrero de 2019].

Disponible en la Web: <http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/libros/libros98.htm>

Bravo, N.S. 1998. Investigación e innovación educativa. Educación, No. 95. 7-11pp.

DGETA. 2005**.** Eficiencia Terminal. Metodología para elaborar su diagnóstico. En:

Reunión Nacional de Subdirectores de Coordinación de Enlace Operativo Estatal.

México D.F., 3 de junio. [Consultado el 16 de febrero de 2019] Disponible en la Web <http://www.dgeta.edu.mx/>

Castro, J. 2004. Diagnóstico y Perspectiva de los Estudios de Posgrado en Cuba. [en línea] En: IESALC. Digital Observatory for Higher Education in Latin America and the Caribbean. [Consultado el 3 de enero de 2019] Disponible en la Web:

<http://www.iesalc.unesco.org.ve>.

Cantero, A. 2005. La educación superior cubana: logros y perspectivas. [en línea].

Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, vol. 6, no. 2 [Consultado el 2 de febrero de 2019] Disponible en la Web: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v6_n2/zayas.pdf>.

Camarena, R. 1985. "Reflexiones en torno al rendimiento escolar y a la

eficiencia terminal", en *Revista de la Educación Superior*, N° 53, ANUIES, México

[Consultado el 8 de octubre de 2018]. Disponible en la Web:

<http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res053/txt2.htm>

Capó, J.R. 1987. Problemas de la preparación y utilización de los egresados del

Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. Trabajo de Disertación para optar por el grado de Candidato en Ciencias. Nitra: Escuela Superior de

Agricultura. 151 p.

Cuellar, O; Bolívar, A. 2006. ¿Cómo estimar la eficiencia Terminal en la educación

superior?. Notas sobre su estatuto teórico. [en línea] [consultado el 3 de diciembre de

2018]. Revista de la Educación Superior 35(3): 7-27. ISSN: 0185-2760. Disponible en

la Web: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60413901>.

De los Santos, E. 2003. Los procesos de permanencia y abandono escolar en educación superior. [en línea] Revista Iberoamericana de Educación. No.33 [Consultado el 2 de febrero de 2019]. Disponible en la Web: <http://www.rieoei.org/deloslectores/628Santos.pdf>.

Horruitiner, P. 2006. La universidad cubana: el modelo de formación. La Habana:

Editorial Félix Varela. 249 p. ISBN: 959-258-894-5

Gallagher, Ch .A y Watson, H.J.2005**.** “Métodos cuantitativos para la Toma de Decisiones. 12-13,19, 115-121 pp.

Gutiérrez, J. 2006. Modelo de dirección estratégica para fomentar la calidad en una universidad. Asociación Latinoamericana de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración. X Asamblea General de la ALAFEC. México.

Jiménez, Y.R. 2019. Pronóstico de indicadores cuantitativos de calidad en la Educación Superior a través de Modelos Matemáticos. Artículo presentado en el evento Universidad 2019.

Ministerio de Educación Superior, MES. 2005. Estudio sobre la Repitencia y las Bajas en la Educación Superior. Cuba.[en línea] Ciudad de la Habana : Ministerio de Educación Superior.[Consultado el 5 de abril de 2019] Disponible en la Web:

[http://portal.unesco.org/education/en/files/57943/12230486735**Cuba**\_\_76\_\_\_Version.../**Cuba**%2B\_76\_%2B%2BVersion%2BCorta.pdf](http://portal.unesco.org/education/en/files/57943/12230486735Cuba__76___Version.../Cuba%2B_76_%2B%2BVersion%2BCorta.pdf).

Ministerio de Educación Superior, MES. 2009. Historia Universitaria. [en línea]. Portal de la Red Nacional de Educación Superior. [Consultado el 20 de enero de 2019] Disponible en: http://www.mes.edu.cu/index.php?option=com\_content&task=view&id=5&Itemid=6.

Miklos, T. y Tello, M. E.1991.Planeación prospectiva: una estrategia para el

diseño del futuro. México: Centro de Estudios Prospectivos, Noriega Limusa.

ISBN 968-18-3848-3.

Ndoye, M. 2001. Voluntarios de la educación: nuevos profesores para afrontar el

desafío de la educación para todos. Carta Informativa del IIPE. Vol. XIX, No 2.:.9-

10 p.

Pérez, J.A. 2006. La Eficiencia Terminal en Programas de Licenciatura y su relación con la Calidad Educativa. [en línea]REICE. Año/vol. 4, No.1 [consultado el 20 de diciembre de 2018] Disponible en la web: http://www.rinace.net/arts/vol4num1/art9.pdf.

Torres, A; González, T; Del Pozo, E. 2001. Estudios agronómicos en Cuba,

reflexiones después de un siglo. [en línea] Revista Pedagogía Universitaria. 6(3).

[Consultado el 6 de diciembre de 2018] Disponible en la Web:

http://revistas.mes.edu.cu/Pedagogia-Universitaria/articulos/2001/3/189401302.pdf.

Torres, A; García, V; Cruz, O; Ruiz, E. 2004. La calidad de la formación del

profesional universitario, su caracterización y evaluación. [en línea] UNAH, 39 p.

[consultado el 3 de noviembre de 2018] Disponible en: http://intranet.isch.edu.cu/.

UNESCO. 1998. Declaración Mundial sobre la Educación Superior. Aprobada por la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción. [ en línea] [Consultado el 10 de marzo de 2019] Disponible en la Web: <http://www.education.unesco.org/educprog/wche/declaration_spa.htm>.

Vallejo, R. 2012. Introducción a las Series Cronológicas. Capítulo 1 Modelos ingenuos. Universidad Técnica Federico Santa María. 2 p.

Vecino. F. 1986. Tendencias de la educación superior en Cuba. Tesis de Doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba.

Zepeda del Valle, J.M; Lacki, P. 2003. Educación agrícola superior: la urgencia del cambio. [en línea] 2ª. Ed. México: Universidad Autónoma Chapingo. ISBN-968-884- 923-5. [Consultado el 30 de noviembre de 2018] Disponible en la Web:

http://www.google.com.cu/search?hl=es&q=%22Educaci%C3%B3n+agr%C3%ADc ola+superior%3A+la+urgencia+del+cambio%22\*2003&btnG=Buscar&meta.