

43

ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROSPECTIVO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN LAS CARRERAS UNIVERSITARIAS

PROSPECTIVE STRUCTURAL ANALYSIS ON THE TEACHING OF STATISTICS IN UNIVERSITY CAREERS

Yunia Tania Pérez Medinilla¹

E-mail: yunia@uniss.edu.cu

Dr. C. Tomás Pascual Crespo Borges²

E-mail: tpcrespo@uclv.cu

Dr. C. Raúl López Fernández³

E-mail: rlopez@ucf.edu.cu

¹ Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Cuba.

² Universidad Central "Marte Abreu" de Las Villas. Cuba.

³ Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Pérez Medinilla, Y. T., Crespo Borges, T. P., & López Fernández, R. (2018). Análisis estructural prospectivo sobre la enseñanza de la Estadística en las carreras universitarias. *Revista Conrado*, 14(65), 340-349. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo identificar cuáles son las variables a través de las cuales se puede medir la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en las carreras universitarias donde se imparte esta asignatura a partir de las dificultades que se presentan en la actualidad, mediante un análisis estructural prospectivo que permita determinar las variables determinantes, claves, autónomas y de resultado, variables esenciales para la determinación de la evolución del sistema.

Palabras clave:

Análisis estructural prospectivo, variables determinantes, variables clave, variables autónomas, variables de salida

ABSTRACT

The objective of this work is to identify which are the variables through which the quality of the teaching-learning process of Statistics can be measured in the university careers where this subject is taught based on the difficulties that are currently present. Through a prospective structural analysis is allowed the determination of key, autonomous and result-determining variables, essential variables to determine the evolution of the system.

Keywords:

Prospective structural analysis, determinant variables, key variables, autonomous variables, output variables.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en muchos países, incluyendo a Cuba se incrementan las investigaciones sobre la enseñanza de la Estadística, dirigidas a resolver de alguna manera la contradicción que está dada, en que por una parte aumenta la aplicabilidad de la Estadística, y por la otra la preparación en esta que se recibe a través de los estudios superiores no es suficiente, ya que en la mayoría de las carreras universitarias se enseñan temas que van desde la Estadística Descriptiva hasta la Estadística Inferencial, pero no se trabaja para lograr que los estudiantes obtengan los mejores conjuntos de datos, la mayor información de los datos y la mejor interpretación de los resultados mediante la utilización de algún software estadístico para el procesamiento de la información.

Por la necesidad creciente de su aplicación en la práctica, la Estadística forma parte de los planes de estudios de muchas carreras universitarias, en ellas el proceso de enseñanza-aprendizaje manifiesta algunas dificultades. Existe la necesidad de transformar la enseñanza de la Estadística, porque existen grandes diferencias entre por una parte los avances de la ciencia Estadística, de los programas computacionales de procesamiento de la información, de los softwares educativos, de los programas para realizar simulaciones y applets, de los métodos de trabajo por proyectos, vinculados con la práctica y por la otra parte la didáctica en las clases de Estadística sigue siendo según la enseñanza tradicional.

Para transformar la enseñanza de la Estadística se deben identificar las variables que permitan medir la calidad de la enseñanza de la Estadística. En problemas de este tipo “la Prospectiva ha desarrollado herramientas como el análisis estructurado prospectivo que permite la determinación de las variables esenciales para la evolución de sistemas complejos” (Godet, Monti, Meunier, y Roubelat, 2000).

“La inserción de la prospectiva en el contexto universitario, específicamente, como herramienta en las investigaciones pedagógicas, permite la anticipación ante las exigencias presentes y futuras, está relacionada con la adopción de mecanismos de gestión eficientes y eficaces, y con una redefinición de algunas aristas”. (Castillo, Sotomayor, & Canosa, 2014)

En cuanto al término prospectiva, los autores se afilian a la definición de Crespo et al. (2009) quien la define como *“una reflexión para iluminar la acción presente con la luz de los futuros posibles, identificando un futuro probable y un futuro deseable”* (p. 13).

La incorporación de transformaciones en la enseñanza de la Estadística es hoy una tendencia y una necesidad, esto conlleva a cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero ello requiere espacios de participación, reflexión y búsqueda de soluciones a las problemáticas que se presentan ante los nuevos medios y métodos, lo cual es posible si se aplica la prospectiva.

“El análisis estructural es una herramienta conceptual diseñada para relacionar o vincular ideas; ideas de un grupo de personas ligadas a una realidad, pero, frecuentemente, coordinadas por un investigador, cuyo pensamiento juega un papel importante. La matriz de influencias y dependencias que se forma entre las variables describe e ilustra el sistema en estudio que une todos sus componentes. Mediante el análisis de estas relaciones, el método permite destacar las variables que son esenciales y aquellas que juegan un papel importante en la evolución del sistema”. (Martínez, 2012, p. 3)

Este trabajo tiene como objetivo identificar cuáles son las variables a través de los cuales se puede medir la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en las carreras universitarias donde se imparte esta asignatura a partir de la dificultades que se presentan en la actualidad, mediante un análisis estructural prospectivo que permita determinar las variables determinantes, claves, autónomas y de resultado, variables esenciales para la determinación de la evolución del sistema. Además, determinar las variables estratégicas para el control del sistema de variables y el logro de los objetivos estratégicos.

DESARROLLO

El método estructural prospectivo consta de 3 fases: determinación de las variables, descripción de relaciones entre variables e identificación de variables claves (Crespo, 2009; Godet, et al., 2000).

Fase 1: Determinación de las variables

Como primer paso de esta fase se realiza la selección de los expertos, teniendo en cuenta la función prospectiva de sus valoraciones. Se considera por definición de experto a:

“Un individuo, grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer con un máximo de competencia, valoraciones conclusivas sobre un determinado problema, hacer pronósticos reales y objetivos sobre efecto, aplicabilidad, viabilidad, y relevancia que pueda tener en la práctica la solución que se propone y brindar recomendaciones de qué hacer para perfeccionarla”. (Crespo, 2009, p. 31)

Los expertos seleccionados fueron los profesores de Estadística universitarios de la universidad de Sancti Spiritus y del grupo de Estadística formado en la universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, este grupo está compuesto por profesores de Estadística de esta universidad, de la universidad de Cienfuegos, de universidades en Ecuador, Colombia y México. Son encuestados 15 expertos, de ellos 6 doctores en Ciencias y 9 profesores con categoría de máster.

“La cantidad de 15 expertos, es de una confiabilidad del 95 %” (Crespo, et al., 2016, p. 104). Como el objetivo de la investigación es identificar las variables para medir la calidad de la enseñanza de la Estadística a partir de las dificultades que se presentan actualmente, se tomó como criterio de selección de los expertos su formación académica, nivel de conocimientos, el grado implicación, la motivación y los años de experiencia como profesor de Estadística (experiencia promedio de 15 años).

La muestra es seleccionada de forma subjetiva, los profesores que participaron en este estudio accedieron voluntariamente. Los expertos cuentan con la experiencia necesaria en la docencia y en el trabajo metodológico para el objetivo de este trabajo. Sobre el método de expertos Cruz (2009, plantea:

“Una vez seleccionado el panel de expertos, el investigador podría entrevistar a cada uno de ellos y llegar a regularidades importantes en sus conclusiones. Sin embargo, esto no sería más que la combinación de dos métodos empíricos (criterio de expertos y entrevista), que para nada tiene que ver con el Delphi”. (p. 19)

En nuestro caso el contacto con los profesores expertos se realiza a través de una encuesta que se envía por el correo electrónico. Antes de aplicar la encuesta se realiza una revisión de artículos y textos sobre dificultades en la enseñanza de la Estadística. Mediante la revisión se pudo encontrar problemas como los que plantean Batanero & Godino (2001):

“A pesar del alto desarrollo tecnológico alcanzado en los últimos años, el enfoque que se le ha dado a la enseñanza de la Estadística ha evolucionado poco, manteniendo el énfasis en muchos casos en los procedimientos utilizados cuando no existían las computadoras personales e incluso antes de que existieran las calculadoras”.

En el 2005, Batanero & Godino al referirse a la enseñanza de la inferencia estadística plantean que *“el alumno no puede asimilar el contenido en un tiempo tan limitado y sólo consigue un aprendizaje memorístico que será incapaz de aplicar en su futura vida profesional. Todos estos problemas se agravan por la masificación de los cursos*

y la falta de recursos (como laboratorios de informática o profesores ayudantes) que permitan una atención más personalizada y una enseñanza más aplicada de la estadística. No es de extrañar que los alumnos estén desmotivados y la estadística termine siendo una de las asignaturas menos populares para los estudiantes”. (Batanero & Godino, 2005, p. 13)

Otros autores como García, Márquez, Lajoie & Villaseñor (2006) plantean que *“el aprendizaje de la estadística es un área de vital importancia en la educación, por ello la falta de claridad en la definición de las habilidades que se espera que los estudiantes desarrollen, no permite vincular lo que se enseña, con lo que los estudiantes aprenden y la forma en que se evalúa”*.

Campos (2008), se refiere a dificultades de la Estadística en las escuelas de ingeniería que limitan la asimilación y destreza en el uso de las técnicas:

- Falta de uso de terminología estadística, lo que dificulta la adaptación de su lógica-deductiva y la comprensión de los conceptos abstractos como variable aleatoria, función de densidad de probabilidad, estimador estadístico o función de verosimilitud.
- Falta de habilidad y de competencias relativas al uso de términos estadísticos y sus relaciones.
- Deficientes capacidades y destrezas operativas y de cálculo (matricial y diferencial).
- Bajos niveles de motivación intrínseca para la Estadística.
- Ausencia de interrelación entre lo que se estudia y el mercado laboral, desde el punto de vista del alumno.
- Establecimiento de metas de corto plazo (aprobar la asignatura sin importar mucho el nivel de conocimiento necesario para ello). (p.3)

Otros autores como Álvarez, Pérez, Otero & Tamayo (2011) se refieren a la solidez de los conocimientos estadísticos:

“Sin embargo, la práctica del proceso de enseñanza aprendizaje muestra que los resultados en el rendimiento académico de los estudiantes no siempre son los esperados y que luego de transcurrido cierto tiempo de impartida la asignatura de Estadística, ya han olvidado importantes contenidos y no los pueden aplicar a problemas de su perfil profesional, en otras palabras, la durabilidad y solidez del conocimiento es insuficiente”. (p. 89)

Batanero (2011) plantea que *“una de las posibles razones de esta situación es que la enseñanza es con frecuencia rutinaria, enfatiza las fórmulas y definiciones sin prestar toda la atención que requieren las actividades de interpretación y contexto de donde se tomaron los datos.*

Aunque los estudiantes lleguen a dar las definiciones y usar los algoritmos con competencia aparente, pueden tener dificultades de comprensión o de conexión de los conceptos estadísticos fundamentales y no sabrán elegir el procedimiento que deben aplicar cuando se enfrenten a un problema real de análisis de datos”. (p. 2)

Batanero, Díaz, Contreras & Rojas (2013), plantean un problema didáctico, *“es claro que la enseñanza actual transmite una estadística sin sentido para los estudiantes”* y al referirse a la competencia análisis de datos plantean que *“no siempre implica un grado adecuado de razonamiento estadístico, que es más difícil de transmitir”.* (p. 8)

“Se puede decir que la forma de enseñar estadística ha cambiado muy poco a pesar de que la educación en general ha tenido un gran desarrollo”. (Behar, Grima, Ojeda & Cruz, 2013, p. 343)

Los autores antes mencionados también evidencian que el ejercicio de docencia en Estadística no ha cambiado a pesar de muchas inquietudes y retos planteados por los especialistas.

La encuesta se envió a los profesores a través de correo electrónico, en la misma se relacionan algunas de las dificultades detectadas al realizar la revisión bibliográfica para que los profesores las marquen si se le manifiestan en su proceso de enseñanza-aprendizaje y se les pide que añadan otras dificultades que se les han presentado, se identifican en el primer momento 42 variables, los autores clasifican las variables en tres dimensiones y realizan un debate, se analizan las variables coincidentes o muy semejantes, y se agrupan en una sola variable, como es el caso que se muestra a continuación:

Un experto propone entre las dificultades: Los ejemplos y ejercicios se realizan con datos de los textos o simulados, no son datos reales. Otro experto plantea: En el tema Análisis de Regresión no se realizan investigaciones reales con datos de las empresas. Finalmente queda definida la variable, como: Uso de bases de datos reales del contexto.

Después de una primera clasificación de variables en categorías que permitan establecer una distinción más clara entre variables internas y externas, es aconsejable, para mayor claridad, agruparlas, por ejemplo, en tres grupos y en este orden: (1) las que se refieren al entorno o contexto del área estudiada (una empresa, una institución, un tema específico, etc.), (2) las variables propiamente ligadas al objeto específico en estudio, y (3) otras variables que se consideran importantes aunque de menor rango (Martínez, 2012).

Luego del debate, quedan definitivamente seleccionadas 27 variables, agrupadas en tres dimensiones:

infraestructura, sujetos y didáctica de la Estadística, las dimensiones los autores las adoptaron tomando como punto de partida la clasificación planteada por Bilbao (2017).

La dimensión infraestructura agrupa aquellas variables relacionadas con las condiciones tecnológicas, las posibilidades de acceso a internet y conectividad dentro de la universidad, tanto para estudiantes como para profesores.

La dimensión sujetos, se refiere tanto al profesor como a los estudiantes. Incluye las variables relacionadas con las decisiones de los profesores respecto a qué software estadístico utilizar y el tiempo de clases dedicado al trabajo con ellos, los textos a estudiar y cómo seleccionar las bases de datos, y en cuanto a los estudiantes variables relacionadas con la independencia, motivación, y los niveles de asimilación del contenido.

La dimensión didáctica de la Estadística, incluye las variables relacionadas con los métodos, medios, la evaluación, las formas de presentación de los contenidos y vinculación con la profesión del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Fase 2: Descripción de la relación entre las variables

“Mientras las tormentas de ideas, los criterios expertos, el ábaco de Régnier e incluso el método Delphy se queda en la descripción de las variables y las preferencias de los expertos por una u otras, el análisis estructural parte de estos métodos y establece la relación de dependencia que existe entre las variables, ya que bajo una concepción sistémica una variable existe únicamente por su tejido relacional con las otras variables; para ello el análisis estructural se ocupa de relacionar las variables en una tabla de doble entrada o matriz de relaciones directas”. (Crespo, 2009, p. 124)

Sobre el llenado de la matriz de impacto cruzado Godet & Durance (2000), recomienda que *“lo mejor es que sean los que participaron en todo el inventario y definición de las variables quienes llenen la matriz. Este trabajo puede tomar entre dos y tres días. El llenado es cualitativo. Con cada pareja de variables se hacen las preguntas siguientes: ¿Existe una relación de influencia entre la variable i y la variable j? Si la respuesta es negativa se le da la nota de 0. Si la respuesta es positiva, la relación de influencia directa recibe la nota de: 1 si se le considera débil, 2 si media, 3 si fuerte y, finalmente, 4 si se le considera potencial”.* (p. 56)

A partir del procesamiento de los resultados de la encuesta, se realiza una segunda ronda con los profesores para el llenado de la matriz de impacto cruzado. De los

profesores expertos continuaron en esta etapa 10, por lo que cumplen con el requisito de que participaron en la confección del listado de variables.

A partir de las matrices de incidencia directa (MID) que se obtienen de cada uno de los expertos, se construye la matriz resultado, esta contiene en cada cuadrícula el valor de la mediana, de los valores que contienen todas las matrices obtenidas, en esa cuadrícula. *“Obsérvese en esta matriz que por la fila se tiene la incidencia de cada variable sobre las restantes, a lo que se ha llamado motricidad, mientras que por las columnas se tiene la dependencia de cada variable de las demás”* (Crespo et al., 2016, p. 284).

Una variable fuertemente influyente es un factor de evolución importante para el sistema. La influencia puede ser motriz o por el contrario frenar la evolución del sistema. Una variable es dependiente en la medida en que es

sensible a las modificaciones de las otras variables y/o del sistema (“Ejes Estructurantes del Sistema Comunidad Autónoma del País Vasco y su futuro”, 2011).

Fase 3: Identificación de variables claves

La matriz de relaciones directas que se obtiene, se exporta hacia el software MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicación Aplicada a una Clasificación) desarrollado por el Grupo Lipsor. Este programa realiza el procesamiento de la matriz de entrada, obteniéndose como resultados las matrices con las relaciones indirectas (MII) y directas potenciales (MIDP), los planos de influencias y dependencias directas, de influencias y dependencias indirectas y potenciales.

El plano de influencias/dependencias directas, se divide en cuadrantes que permiten la clasificación de las variables en cuatro subgrupos fundamentales: determinantes, clave, autónomas y resultado.

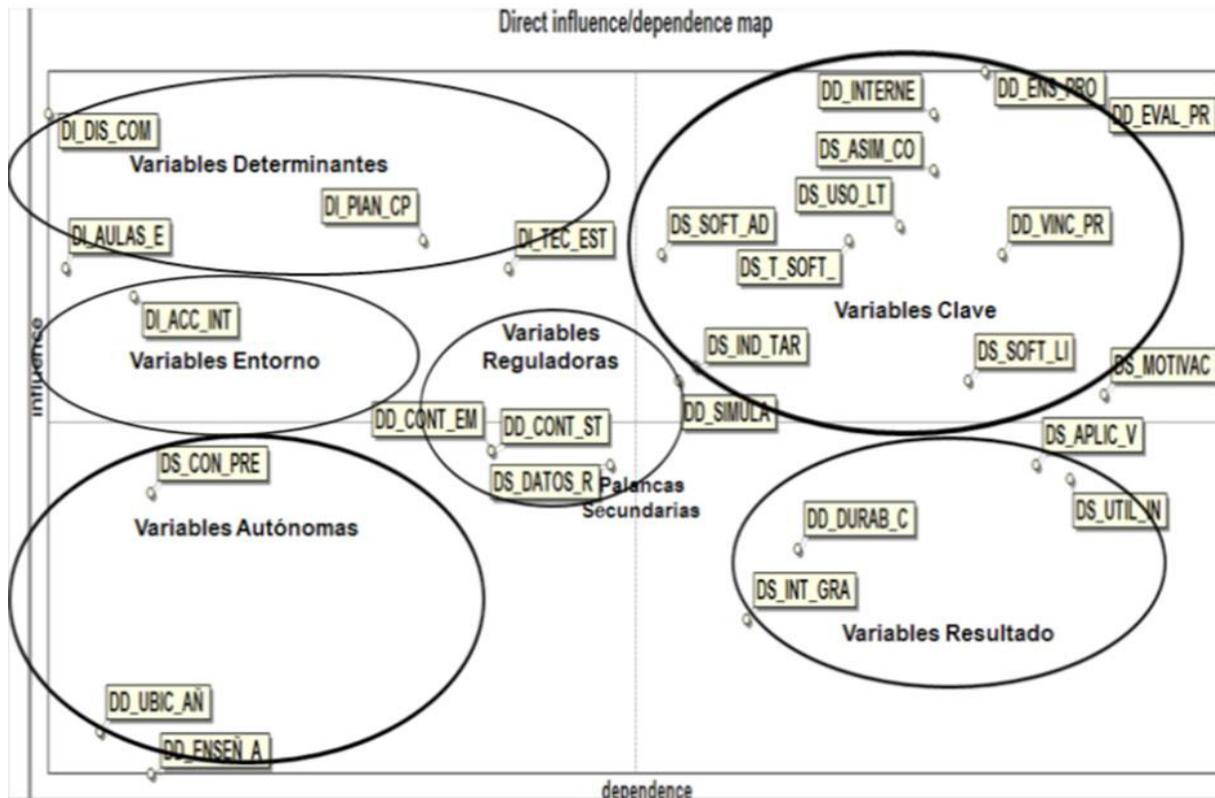


Figura 1. Plano de influencia y dependencia.

Variables clave, relé o de riesgo

“Se encuentran en la zona superior derecha y son muy influyentes y muy dependientes, perturban el funcionamiento normal del sistema, y, a veces, estas variables

determinan en gran forma el propio sistema. Son por naturaleza inestables y se corresponden con los retos del sistema. Esto las convierte en variables de extraordinaria importancia. Las actuaciones que sobre ellas se vayan a tomar han de ser sopesadas con esmero, así como las

que se tomen sobre aquellas que de manera indirecta se relacionan con ellas, ya que los factores de inestabilidad y cualquier acción sobre ellas tiene consecuencias sobre las otras variables, cuando se cumplen ciertas condiciones sobre otras variables influyentes”. (Martínez, 2012, p. 17)

Las variables clave pertenecen a la dimensión Sujetos y Didáctica de la Estadística. De la dimensión Sujetos las variables: Determinación del software estadístico adecuado (DS_SOFT_AD), Independencia ante una tarea docente (DS_IND_TAR), Uso del software libre (DS_SOFT_LI), Tiempo al trabajo independiente con los softwares estadísticos (DS_T_SOFT), Utilización del libro de texto (DS_USO_LT) y la variable Nivel de asimilación del contenido (DS_ASIM_CO).

De la dimensión Didáctica de la Estadística clasifican como variables clave: Utilización de Internet en función de la docencia (DD_INTERNET), Aplicación de enseñanza por proyectos (DD_ENS_PR) y la variable Evaluación final problema integrador con el uso del software (DS_EVAL_PR).

Las variables más estratégicas son: Evaluación final problema integrador con el uso del software, Aplicación de enseñanza por proyectos y Utilización de Internet en función de la docencia. Sin estas variables el control del sistema de variables y el logro de los objetivos estratégicos será una tarea muy difícil.

Las variables clave no son variables sobre las cuales se pueden incidir directamente porque al mismo tiempo que son muy motrices son muy dependientes de la mayoría de las variables del sistema. Para poder controlar el sistema no hay otro modo que actuar sobre las variables reguladoras y palancas secundarias.

Las variables determinantes (de poder o de entrada)

“Estas variables son todas muy influyentes, muy motrices y poco dependientes. La mayor parte del sistema depende de estas variables, ubicadas en el cuadro superior izquierdo del gráfico de percepción. Las variables influyentes son los elementos más cruciales ya que pueden actuar sobre el sistema dependiendo de cuánto podamos controlarlas como un factor clave de inercia o de movimiento”. (Martínez, 2012, p. 17)

Puede ocurrir que su comportamiento esté fuera del sistema que se analiza, como ocurre con las variables de la dimensión infraestructura: Disponibilidad de computadoras en laboratorios (DI_DIS_COM) y Existencia de aulas especializadas en estadística (DI_AULAS_E).

Además pertenecen a este grupo, las variables: Planificación de clases prácticas utilizando software de Estadística (DI_PLAN_CP), y La tecnología de estadística en aplicaciones móviles (DI_TEC_EST), pertenecientes a la dimensión infraestructura. Estas cuatro variables podrían actuar como motor o freno del sistema en función de cómo se aproveche con anticipación la evolución de ellas. Las variables reguladoras deberán poner mayor énfasis en la corrección o aprovechamiento de los impactos que estas variables pudieran llegar a producir en el sistema por su gran influencia en el resto de las variables.

“Las variables objetivo son las variables que se ubican en la parte central a la derecha en el plano de influencia y dependencia. Son muy dependientes y medianamente motrices, de ahí su carácter de tratamiento como objetivos, puesto que en ellas se puede influir para que su evolución sea aquella que se desea”. (Garza y Cortez, 2011, p. 341)

En el caso que se muestra como variable objetivo está la motivación de los estudiantes (DS_MOTIVAC). Si se quiere alcanzar la motivación de los estudiantes se deben impulsar innovaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje en base al manejo de las variables reguladoras y palancas secundarias, ya que no se puede actuar directamente sobre ella por lo muy dependiente que es del resto de las variables.

Es obvio que para desarrollar el proceso se debe disponer de los recursos para el control de las variables reguladoras y palancas secundarias.

“Las variables reguladoras son las variables situadas en la zona central del plano de influencia y dependencia, se convierten en llave de paso para alcanzar el cumplimiento de las variables clave. Determinan el buen funcionamiento del sistema en condiciones normales. Se sugiere evaluar de manera consistente y con frecuencia periódica estas variables”. (Garza & Cortez, 2011, p. 340)

En este grupo se encuentran: Aumentar contenidos de estadística Multivariada (DD_CONT_EM), Aumentar contenidos de Series de Tiempo (DD_CONT_ST), y Uso de las simulaciones para la comprensión de conceptos (DD_SIMULA).

EL manejo de las variables reguladoras es una tarea delicada puesto que se trata de variables con alta motricidad que pueden influir en otras variables en un nivel importante. Si el control no es eficaz se alteran los resultados. Una recomendación que se suele hacer es intentar controlar desde las palancas secundarias el manejo y la evolución positiva de las variables reguladoras.

“Las variables palancas secundarias son las variables complementarias a las variables reguladoras, actuar sobre ellas significa hacer evolucionar las variables reguladoras que a su vez afectan a la evolución de las variables clave. En el plano de influencia y dependencia se encuentran ubicadas debajo de las reguladoras.” (Garza & Cortez, 2011, p. 340)

Se clasifica como palanca secundaria: Uso de bases de datos reales del contexto (DS_DATOS_R). Se debe romper con los ejemplos tradicionales no contextualizados que se le muestran a los estudiantes donde no se fija el hecho que la Estadística es para procesar datos y obtener conclusiones, los datos deben ser relacionados con el contexto de la carrera que se estudie y lo más actualizados posible. Si al incidir sobre esta variable se logran resultados positivos en las reguladoras entonces se puede lograr una adecuada evolución del sistema.

Variables autónomas

“Se sitúan en la zona próxima al origen, son poco influyentes o motrices y poco dependientes; se corresponden con tendencias pasadas o inercias del sistema o bien están desconectadas de él. No constituyen parte determinante para el futuro del sistema, y parecieran en gran medida no coincidir con el sistema, ya que, por un lado, no detienen la evolución del sistema, pero tampoco permiten obtener ninguna ventaja del mismo.” (Martínez, 2012, p. 17)

Dentro de este grupo se encuentran las variables: Conocimientos previos insuficientes (DS_CON_PRE), Ubicación de la asignatura en año correcto (DD_UBIC_AÑ) y Enseñanza de los temas de forma aislada (DD_ENSEÑ_A).

La posición que ocupan las variables autónomas en el plano de motricidad-dependencia no indica que carezcan de importancia, sino que los esfuerzos que se destinan al manejo de ellas ofrecerán mejores frutos en la medida que sirvan para el control deseable de las variables situadas en otros grupos.

Las variables resultado (de salida)

“Se caracterizan por su baja motricidad y alta dependencia, y suelen ser, junto con las variables objetivo, indicadores descriptivos de la evolución del sistema. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente sino a través de aquellas de las que dependen en el sistema.” (Martínez, 2012, p. 18)

En este caso se encuentran las variables Durabilidad y solidez del conocimiento (DD_DURAB_C) de la dimensión Didáctica de la Estadística, y de la dimensión Sujetos Interpretación global de gráficos y resúmenes numéricos

(DS_INT_GRA), Aplicación de la Estadística en las investigaciones científicas (DS_UTIL_IN) y Aplicación de la Estadística en la vida diaria (DS_APLIC_V).

Si se controla bien el sistema en función de las reguladoras se puede controlar progresivamente las variables clave y alcanzar la motivación de los estudiantes, que es la variable objetivo. La constatación de estos progresos se puede conocer en función de la evolución de la aplicación de la Estadística en la investigación, y en la vida diaria, en la evolución de interpretar de forma global gráficos y resúmenes numéricos, y de la durabilidad del conocimiento. Midiendo estas variables resultado se pueden constatar los progresos de las variables más estratégicas.

Las variables entorno *“son las variables con escasa dependencia del sistema, pueden ser consideradas un decorado del sistema, se encuentran en la zona media de la parte izquierda del plano de influencia y dependencia. El objetivo es complementar su valor agregado al sistema”* (Garza y Cortez, 2011, p. 340). Se comporta de esta manera la variable Acceso de los profesores a Internet (DI_ACC_INT). Esta variable tiene escasa dependencia del resto del sistema y se hace necesario seguirla para que no se creen situaciones negativas que sorprendan.

Para complementar el análisis de la distribución de las variables en el plano, se determina el **eje estratégico**. Este eje está compuesto por aquellas variables con un nivel de motricidad que las convierte en importantes en el funcionamiento del sistema combinado con una dependencia que las hace susceptibles de actuar sobre ellas.

“El eje de la estrategia, que es una proyección del conjunto de variables sobre una bisectriz imaginaria que, partiendo de la base se lanza hacia el vértice opuesto donde se sitúan las variables clave, nos ofrece una visión plástica de cuáles son los retos estratégicos del sistema, ya que cuanto más se aleja del origen más carácter estratégico tienen las variables.” (Martínez, 2012, p. 18)

La combinación de la motricidad o arrastre hacia el futuro con el valor de dependencia que origina el hecho de actuar sobre ellas, produce efectos de evolución en el resto, de acuerdo a su tipología (clave, reguladora, objetivo, etc.), y es lo que le otorga el concepto de reto o variable estratégica.

“El cálculo del valor estratégico se realiza mediante la determinación del índice estratégico, donde se obtienen valores entre 0 y 1, siendo los más cercanos a 1 los de mayor índice estratégico” (Rodríguez, 2010, p. 56). El índice estratégico se calculó a partir de la siguiente fórmula $ie_i = (m_i + d_i) / (\text{máximo}(m_1, m_2, \dots, m_n) + \text{máximo}(d_1, d_2, \dots, d_n))$ donde ie_i es el índice estratégico para la i -ésima variable,

m_i y d_i son la motricidad y dependencia de la i -ésima variable, respectivamente.

El procedimiento anterior, permite determinar el valor estratégico de cada variable y realizar un ordenamiento según este valor. En este caso, se seleccionan aquellas variables cuyo valor estratégico es superior a 0,57, que es la mediana del índice estratégico, resultando las variables de mayor índice estratégico:

Evaluación final problema integrador con el uso del software (0.99)

Aplicación de enseñanza por proyectos (0.89)

Utilización de Internet en función de la docencia (0.84)

Nivel de asimilación del contenido (0.81)

Vinculación con la profesión (0.79)

La motivación de los estudiantes (0.76)

Utilización del libro de texto (0.76)

Tiempo al trabajo independiente con los softwares estadísticos (0.73)

Uso del software libre (0.70)

Aplicación de la Estadística en las investigaciones científicas (0.70)

Aplicación de la Estadística en la vida diaria (0.69)

Determinación del software estadístico adecuado (0.63)

Independencia ante una tarea docente (0.58)

Uso de las simulaciones para la comprensión de conceptos (0.57)

La determinación de las variables estratégicas del sistema es una potencialidad a tener en cuenta para la realización de cualquier propuesta para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística.

Martínez (2012), plantea como una fortaleza del análisis estructural con MICMAC:

“La principal utilidad del análisis estructural es que permite identificar un conjunto de variables esenciales: es decir, aquellas variables que son “causas” (en sentido amplio del término) más que consecuencias de la evolución del sistema estudiado. Este es un aporte invaluable para todos los efectos de la prospectiva del futuro en la vida personal, social, cultural y programación de intervenciones en el diseño de la vida moderna creando escenarios adecuados para el progreso de toda comunidad, empresa, institución o región nacional e internacional”. (p. 19)

Crespo, et al. (2016), al considerar las ventajas del método plantea la necesidad de modificar la forma de determinar las variables independientes y dependientes en las investigaciones:

“La experiencia demuestra que cuando se trata con rigor científico las etapas de listado de las variables y la descripción de relaciones entre las variables, los resultados que ofrece la aplicación MICMAC son de apreciable valor para el investigador, toda vez que dispone de un esquema del sistema de variable que conforman su objeto de investigación, es como si dispusiera de un mapa por el que se puede orientar para conducir su investigación. Así la determinación de las variables independientes y dependientes ya no es solo un resultado del análisis teórico y de la apreciación del investigador, estas quedan perfectamente identificadas en las zonas de variables motrices y de resultados respectivamente, mientras que en el grupo de variables excluidas aparecen esas variables que casi nunca se atienden y que son llamadas ajenas”. (p. 302)

Pérez Jacinto (2006), plantea que los modelos estadísticos en las investigaciones educativas se sustentan en supuestos relacionados con: la naturaleza de los elementos de las poblaciones, los requisitos de la escala de medición para la calificación de los indicadores, y la finalidad de la indagación empírica. Sobre una de las finalidades de las indagaciones empíricas plantea:

“También se manifiesta regularmente en los experimentos y cuasi-experimentos pedagógicos; cuando, a partir de la significación en el cambio del estado de un indicador logrado en un grupo o colectivo, al ejercer sobre este un sistema de acciones externas controladas, como puede ser la intervención con una estrategia metodológica; se infiera que pueda aplicarse a otro de la misma población, sin tener en cuenta la existencia de posibles diferencias en la jerarquía de los factores de influencias que intervienen en el proceso”. (Pérez, 2006, p. 32)

Crespo, et al. (2016), relaciona esta idea con los resultados que se obtienen al utilizar el análisis estructural:

“Dado que las variables de poder se pueden identificar como variables independientes y las de salida como dependientes, entonces, las metodologías y las estrategias inciden sobre las primeras y sus resultados se reflejan en las segundas, por tanto, tales metodologías y estrategias no son variables independientes como se repite tradicionalmente en los informes de tesis, en realidad ellas son acciones externas controladas que inciden sobre las variables determinantes y claves para lograr transformar las variables resultados; incidiendo y recibiendo incidencia en ese proceso de las variables de pelotón”. (p. 303)

CONCLUSIONES

A través del análisis estructural prospectivo para determinar qué variables se pueden utilizar para medir la calidad de la enseñanza de la Estadística se obtuvo que son variables determinantes con una alta incidencia sobre el resto de las variables la “Disponibilidad de computadoras en laboratorios”, “Existencia de aulas especializadas”, “Planificación de clases prácticas utilizando software de Estadística” y “La tecnología de estadística en aplicaciones móviles”. Es determinante contar con los recursos adecuados que permitan adaptar la enseñanza-aprendizaje de la Estadística según el avance de la ciencia y la tecnología, si solo nos quedamos en la enseñanza tradicional ya no estamos formando a profesionales competentes al mismo nivel que los estudiantes de otros países.

Dentro de las variables clave, las de mayor índice estratégico resultaron “Evaluación final problema integrador con el uso del software”, “Aplicación de enseñanza por proyectos”, “Utilización de Internet en función de la docencia”. Estas variables indican hacia dónde enfocar la enseñanza, cómo evaluar, y que es necesario adentrarse en los múltiples recursos que existen en internet de apoyo a la enseñanza de la Estadística, con especial énfasis, según el criterio de los autores, en los recursos tan variados que proponen las ediciones más actualizadas de los textos de Estadística más utilizados en las universidades.

Las variables dependientes a través de las cuales se puede medir la evolución del sistema al incidir sobre el resto de las variables son “Aplicación de la Estadística en la vida diaria”, “Aplicación de la Estadística en las investigaciones científicas”, e “Interpretación global de gráficos y resúmenes estadísticos”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, S., Pérez, F., Otero, A., & Tamayo, I. (2011). La enseñanza de la Estadística en las carreras de ingeniería: una propuesta de alternativas metodológicas para el tratamiento de la distribución de Poisson. *Pedagogía Universitaria*, 16 (2), 88-97.
- Batanero, C. (2011). Del análisis de datos a la inferencia: Reflexiones sobre la formación del razonamiento estadístico. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011.
- Batanero, C., Diaz, C., Contreras, J. M., & Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18. Recuperado de http://www.sinewton.org/numeros/numeros/87/Articulos_02.pdf
- Batanero, C., & Godino, J. D. (2001). *Análisis de Datos y su Didáctica*. Granada: Universidad de Granada.
- Batanero, C., & Godino, J. D. (2005). Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. In L. R (Ed.), *Líneas de investigación en Didáctica de las Matemáticas*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Behar, R., Grima, P., Ojeda, M. M., & Cruz, C. (2013). Educación estadística en cursos introductorios a nivel universitario: algunas reflexiones. En, A. Salcedo (Ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y perspectivas (343-358)*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Campos, C. A. (2008). Aprendizaje de la Estadística a través de casos prácticos. II Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza.
- Castillo, A. L., Sotomayor, J. E., & Canosa, R. M. (2014). Utilidad de las herramientas de análisis prospectivo en el contexto cubano. Algunas aplicaciones prácticas. *Universidad y Sociedad*, 7(1), 99-108. Recuperado de https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/download/192/pdf_57/
- Crespo, E., Crespo, T. P., Fadul, J. S., García, M. B., Juca, F., Bastidas, M. I., & Palmeros, D. E. (2016). *Expertos y prospectiva en la investigación pedagógica*. Cienfuegos: Universo Sur.
- Cruz, M. (2009). *El método Delphi en las investigaciones educacionales*. La Habana: Academia.
- García, B., Márquez, L., Lajoie, S., & Villaseñor, M. (2006). ESACS: Un programa multimedia para la Enseñanza de la Estadística y la Metodología. Congreso de Virtual Educa 2006. Bilbao:
- Garza, J. B., & Cortez, D. V. (2011). El uso del método MICMAC y MACTOR análisis prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la excelencia operativa a través del Lean Manufacturing. *Innovaciones de Negocios*, 8(16), 335-356.
- Godet, M., & Durance, P. (2009) *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Cuadernos del Lipsor. París: Ediciones Dunod.
- Godet, M., Monti, R., Meunier, F., & Roubelat, F. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica* Zarautz: Gerpa & de Electricité de France, Mission Prospective.
- Martínez, M. (2012). *Programas computacionales. Prospectiva y análisis estructural con el método MIC-MAC*. Nuevos fundamentos en la investigación científica. México: Trillas.

Pérez, A. O. (2006). Esquema conceptual, referencial y operativo sobre los modelos estadísticos en las investigaciones educativas. Tesis doctoral, Facultad de Educación Media Superior. La Habana: Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona".

Rodríguez, L. A. (2010). Concepción didáctica del software educativo como instrumento mediador para un aprendizaje desarrollador. Tesis doctoral. Santa Clara: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela Morales".