

ENFOQUE MULTIVARIANTE PARA LA MEDICIÓN DE PREFERENCIAS. UNA APLICACIÓN EN EXAMINAR RAZONES PARA ESTUDIAR INGENIERÍA.

LAURA L. BOAGLIO

lauraboaglio@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria. Córdoba. Argentina

BEATRÍZ PEDROTTI

bjpedrotti@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria. Córdoba. Argentina

ALICIA G. SALAMON

as.salamon@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria. Córdoba. Argentina

ANALÍA GONZÁLEZ

analia_bg@yahoo.com.ar

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria. Córdoba. Argentina

CAROLINA SANTA CRUZ

caritosc@hotmail.com

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad Universitaria. Córdoba. Argentina

RESUMEN

En el estudio de las preferencias de las personas, sobre objetos o atributos, es creciente la importancia otorgada a las técnicas multivariantes con herramientas provistas por la estadística. Un enfoque multivariado permite obtener cuantificaciones simultáneas, para los individuos y los atributos en un espacio común, de tal modo que estas cuantificaciones puedan ser utilizadas en análisis posteriores. En este trabajo se describen algunas técnicas con este enfoque. Estas se orientan a las actuaciones de las personas con la intención de determinar los motivos por los cuales deciden de un modo u otro y se complementan con la segmentación, es decir el análisis de una población y la determinación de subgrupos con características comunes. Una de las técnicas consideradas esta inserta en la metodología Procesos de Decisión con Reducción de la Variabilidad. Mediante una aplicación, se experimenta la posibilidad de esta técnica para valorar actitudes y segmentar poblaciones. En la aplicación se examinan las razones que inciden en los estudiantes de Ingeniería, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, para escoger estudiar esa carrera.

PALABRAS CLAVE

Análisis multivariante - Procesos DRV – Razones para estudiar Ingeniería

ABSTRACT

In the study of people preferences, objects or attributes, the emphasis on multivariate techniques with tools provided by the statistics is increasing. A multivariate approach allows simultaneously quantification for individuals and attributes in a common space, such that these quantifications can be used in subsequent analyzes. This paper describes some techniques encompassed in this approach. These are oriented to people actions with the intention of determining the reasons for deciding one way or another and are complemented by segmentation, i.e. analyze and determine population subgroups within the same common characteristics. One of the considered techniques is inserted into the Decision with Reduced Variability Process Methodology. By an application, we experience the possibility of this technique to assess attitudes and segment populations. In the application, the reasons that affect students of Engineering, Faculty of Exact, Physics and Natural Sciences, National University of Córdoba, to choose to study this career, are explored.

KEYWORDS

Multivariate Analysis - DRV Process - Why study Engineering

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las motivaciones, preferencias y valores, emergentes de las personas en un escenario de decisión, se ha extendido y profundizado en las últimas décadas. Esto debido principalmente a que este conocimiento situacional, constituye una base fundamental para delinear políticas específicas, generalmente orientadas a la selección, análisis y optimización de condicionantes en su ámbito de su aplicación.

Los investigadores de diversas disciplinas, como la Economía, la Sociología, la Psicología, el Marketing y la Educación, han seleccionado e implementado modelos, proporcionados principalmente por la matemática y en particular por la estadística, para explicar y predecir el comportamiento relativo a una determinada elección.

Algunas de las estrategias más requeridas últimamente, son las técnicas estadísticas multivariantes aplicadas a la identificación de actitudes frente a diversos estímulos. Esto referido a las actuaciones y con intención de determinar los motivos por los cuales las personas deciden de un modo u otro. Es decir, en vez de investigar cuáles son las preferencias, el objetivo es analizar los motivos de esas preferencias.

Esta medición de actitudes en general se complementa con la segmentación, es decir, analizar una población y determinar subgrupos dentro de la misma que comparten el mismo accionar. En un paso más allá, para cada uno de los segmentos se busca identificar cuáles son las opiniones imperantes en ese segmento o dicho de otro modo, cuáles son los criterios considerados

que conducen a que se prefiera una cosa o la otra y además, inferir las diferencias entre los mismos.

Entre las técnicas multivariantes más aplicadas con esta finalidad, se encuentran la Escala Multidimensional y el Análisis Conjunto. La primera esta constituida por una serie de herramientas utilizadas para representar datos mediante una configuración de puntos dada una determinada información sobre proximidades entre objetos. El Análisis Conjunto tiene una mecánica similar a la de un diseño de experimentos, donde se adoptan diferentes variables de respuesta y se valora la variación de las mismas, debido al efecto de una cierta cantidad de factores.

Otro enfoque multivariante con propósitos similares, es el planteado por la metodología Procesos DRV (Decisión con Reducción de la Variabilidad) Zanazzi et al (2009), que utiliza conjuntamente recursos matemáticos de la MAUT (Multi-attribute Utility Theory) y de la estadística. En particular proporciona herramientas que permiten el estudio de la variabilidad de las opiniones emitidas por un grupo de personas mediante una función de utilidad cardinal. El comportamiento de esa variabilidad permite detectar agrupaciones de características comunes.

En este trabajo se experimenta la posibilidad de valorar actitudes y segmentar poblaciones, con herramientas propias de la metodología Procesos DRV. Para contextualizar este análisis se examinan las razones que inciden en los estudiantes de Ingeniería, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, para escoger estudiar esa carrera.

Es necesario considerar que, para ejecutar la aplicación de la metodología Procesos DRV en la exploración de los determinantes para la elección de estudiar Ingeniería, es necesario diseñar previamente un instrumento discriminador que permita establecer relaciones entre opiniones y características.

Respecto a la organización de la presentación de este trabajo, en el siguiente apartado se hace una breve referencia sobre las versiones para medir actitudes de los dos métodos multivariantes antes mencionados. A continuación se desarrollan las características del modelo aleatorio multivariado para un segmento de preferencias homogéneas, que fundamenta la metodología procesos DRV a aplicar. Posteriormente se presenta la experiencia de aplicación. En la misma se explicitan los elementos considerados para la construcción del instrumento y para la implementación de la encuesta. También se detallan los resultados obtenidos del procesamiento, conforme a la metodología propuesta, de los datos recolectados. Finalmente se exponen las conclusiones derivadas de la experiencia realizada.

2. REFERENTES MULTIVARIANTES EN MEDICIÓN DE PREFERENCIAS

El análisis multivariante en estadística, estudia, analiza, representa e interpreta datos que resultan de observar un número mayor que uno de variables estadísticas sobre una muestra de n objetos. Generalmente la

información multivariante de entrada es una matriz de datos y con frecuencia consiste en una matriz de similitudes que miden discrepancias entre objetos.

Para el estudio de las preferencias de las personas, sobre objetos o atributos, es creciente la importancia otorgada a las técnicas multivariantes con herramientas provistas por la estadística. Esto debido a que un enfoque multivariado permite obtener cuantificaciones simultáneas, para los individuos y los atributos en un espacio común, de tal modo que estas cuantificaciones puedan ser utilizadas en análisis posteriores.

Entre las técnicas multivariadas más aplicadas en el estudio de preferencias se encuentran el Análisis Conjunto (Carroll & Green, 1995; Ferreira, Rial & Varela, 2009; Rial, Ferreira & Varela, 2010) y el Escalamiento Multidimensional (Carroll 1972, 1980; Green & Rao, 1972; James, 1972).

Estas técnicas se originaron en el campo de la Psicología, dedicado a investigar las incidencias de la subjetividad en las percepciones y por tanto en las elecciones externas que realizan las personas, durante el siglo XX. Actualmente son las técnicas más utilizadas particularmente para el estudio de las preferencias de los consumidores hacia productos y servicios.

A continuación se describen los modelos generales planteados por las técnicas mencionadas y algunas de sus características más destacables.

2.1. Análisis conjunto

El análisis conjunto (Conjoint Analysis) se fundamenta en el supuesto de que una persona toma decisiones en base a la evaluación conjunta de varios atributos presentes en el objeto de decisión, sea este real (producto-servicio) o abstracto (idea-concepto). Entonces, asume que la medida de la preferencia en términos de utilidad de una persona por un objeto está en función de las utilidades parciales asociadas a cada uno de sus atributos. Esto le permite explicar de forma cuantitativa las preferencias de los encuestados, para hacerlo utiliza la lógica de los diseños experimentales y el ajuste de modelos lineales.

Para implementar un análisis conjunto es necesario identificar los atributos o factores que especifican al objeto de preferencia y establecer niveles en los mismos. Los niveles deben contemplar posibles variaciones dentro de cada atributo. Posteriormente deben realizarse combinaciones de niveles de atributos hasta conformar un conjunto de perfiles reales o hipotéticos. Cada perfil, también denominado tratamiento o estímulo, es una caracterización del objeto.

La elección de los perfiles merece especial atención ya que son lo único que evalúan los encuestados, mediante alguna modalidad orientada a la ordenación o asignación de puntuación de los elementos de decisión involucrados. En general, el número total de combinaciones posibles de niveles de atributo constituye una gran cantidad de perfiles que no resulta viable de evaluar por un encuestado. Entonces, para determinar los perfiles, frecuentemente se opta por la aplicación de un diseño factorial fraccionado para obtener un número aceptable de evaluar, sin que exista correlación entre atributos.

Otra etapa a contemplar es la modalidad de recolección de datos ya que existen varias alternativas para su instrumentación y es necesario seleccionar una conforme a las características particulares del estudio.

Posteriormente es necesaria la elección de un modelo, este es un modelo explicativo en el que la variable a explicar son las evaluaciones de preferencias de los individuos sobre el conjunto de combinaciones y las variables explicativas son los niveles de los atributos seleccionados para definir las combinaciones. El modelo se define mediante una regla de composición que describe cómo combina el encuestado los componentes parciales de la utilidad total de los factores para obtener el valor conjunto. La regla de composición más comúnmente utilizada es el modelo aditivo. Este modelo considera que la preferencia de un individuo por un estímulo se obtiene sumando las utilidades parciales asignadas a los niveles de los factores que constituyen dicho estímulo. Si se tienen que evaluar las preferencias sobre T estímulos ($t = 1, \dots, T$), formadas por I atributos ($i = 1, \dots, I$) de k_j niveles ($j = 1, \dots, k_i$). El modelo descriptor de la evaluación de preferencia sobre el estímulo t es el siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{k_j} \beta_{ij} x_{ij} + e_t \quad (1)$$

Donde: β_0 y β_{ij} son los parámetros del modelo, x_{ij} la variable explicativa que es dicotómica, es decir vale 1 si el nivel está presente en el atributo que forma el estímulo y vale 0 en caso contrario y e_t es un término de error.

Una vez recolectados los datos, es posible realizar su procesamiento mediante un software, que permite estimar los parámetros del modelo conjunto y realizar análisis de fiabilidad y validez del mismo.

Respecto a los resultados es posible interpretar utilidades parciales y utilidad global de un objeto, estimar la utilidad global de distintas combinaciones no evaluadas directamente, determinar la importancia de los atributos y realizar segmentaciones.

Existe acuerdo, entre los investigadores, en considerar que la calidad de la información final, producto de la aplicación del análisis conjunto, depende de varias causas. Entre las principales se tienen, la adecuación del diseño general planteado para la implementación y el cuidado de las condiciones experimentales y de los aspectos metodológicos.

2.2. Escalamiento multidimensional

El escalamiento multidimensional (MultiDimensional Scaling, MDS) es una técnica multivariante que representa en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de elementos de cualquier naturaleza. Es decir, posibilita visualizar sobre un mapa un conjunto de elementos-objetos, frecuentemente denominados estímulos; cuya posición relativa permite comprender cómo las personas encuestadas perciben estos

estímulos y qué percepciones-atributos no declaradas consideran al emitir los juicios bajo análisis. Cabe destacar entonces, que la aplicación de esta técnica no requiere un conocimiento previo de los criterios que los sujetos utilizan al emitir sus juicios sobre los elementos a comparar.

Existe una gran variedad de versiones de MDS, opciones desarrolladas por numerosos investigadores. Es dificultoso realizar una clasificación y síntesis de las mismas, esto debido a que consideran distintos modelos, algoritmos y programas. Asimismo, coinciden o difieren en aspectos tales como, recolección de datos, empleo de escalas métricas y no métricas, matrices de entrada y otros.

El modelo básico de escalamiento multidimensional analiza juicios de similitud o disimilitud que los sujetos encuestados manifiestan en relación con todas las posibles combinaciones de pares de objetos a investigar. Es decir cada encuestado proporciona una matriz cuadrada donde consigna valoraciones resultantes de las comparaciones de a pares. El MDS transforma estos juicios en distancias susceptibles de ser representadas en un espacio geométrico.

Es posible decir que, en general el MDS toma como entrada una matriz de proximidades Δ , de tamaño n , y tiene como salida una matriz X , de tamaño $n \times m$, de coordenadas donde n es el número de estímulos y m es el número de dimensiones del espacio.

El MDS métrico, que para mensurar proximidades utiliza escalas de intervalo o de razón, para proporcionar como salida la matriz X de coordenadas, realiza varias transformaciones sobre la matriz original Δ . Primero, con la idea de que las distancias son una función de tipo lineal de las proximidades, y de manera de respetar los tres axiomas de la distancia euclídea (no negatividad, simetría y desigualdad triangular), a partir de Δ genera una matriz de distancias D de tamaño n . Luego, con la matriz D de elementos d_{ij} , compone otra matriz B de tamaño n de productos escalares y de elementos b_{ij} que obtiene como sigue:

$$b_{ij} = - \frac{1}{2} \left(d_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}^2 + \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}^2 \right) \quad (2)$$

Finalmente, mediante algún método de factorización, transforma a la matriz B de tamaño n en la matriz de coordenadas X de tamaño $n \times m$ de modo tal que se verifique $B = X.X'$.

Sea un MDS métrico o no métrico utiliza coeficientes que informan sobre la bondad del modelo, es decir del ajuste entre las proximidades dadas y las distancias obtenidas. Existen varias medidas utilizadas con esta finalidad que requieren de distintas interpretaciones para determinar si el modelo es adecuado o no.

El MDS básico, que respeta el modelo general descripto, es la forma más sencilla de escalamiento ya que tiene por entrada una única matriz cuadrada de similitudes. Para analizar datos conformados por más de un matriz de similitudes se utilizan otras modelizaciones. Mediante estos escalonamientos se obtiene una representación espacial de los atributos o dos representaciones

separadas, es decir una para los atributos y otra para los encuestados en espacios diferentes.

Es importante destacar que para el análisis de preferencias frecuentemente interesa representar en el mismo espacio los objetos-atributos y los encuestados. Para hacerlo es necesario apelar a un tipo de escalamiento multidimensional denominado conjunto. La posición de las personas en el espacio conjunto pretende indicar sus preferencias respecto a objetos o atributos. En este caso es necesario asumir homogeneidad en las percepciones de los encuestados en relación con el conjunto de objetos, ya que esto permite atribuir las diferencias exclusivamente a las preferencias. El escalamiento multidimensional conjunto también se conoce con el nombre de desdoblamiento multidimensional. En Luque Martínez (2000) es posible encontrar aplicaciones de desdoblamiento multidimensional en dos modalidades realizadas con el software estadístico SPSS. Una denominada interna que utiliza como entrada una matriz rectangular de preferencias, donde las filas son los individuos y las columnas son los objetos o atributos a evaluar. Genera una posición óptima para cada encuestado, que define la preferencia relativa, de modo que los objetos más alejados de esa posición son los menos preferidos. Otro desdoblamiento multidimensional denominado externo, que necesita como entrada dos matrices una de preferencias y la matriz de coordenadas de los atributos-objetos, calcula las posiciones óptimas de los encuestados en relación con posiciones fijas de objetos.

Es posible decir que, en general MDS genera evaluaciones de todos los objetos considerados y por tanto también proporciona una solución por individuo y no requiere la previa especificación de los criterios de evaluación (atributos) que pueden ser inferidos a partir de las medidas globales de similitudes entre objetos.

3. MODELO ALEATORIO MULTIVARIADO PARA SEGMENTAR REFERENCIAS HOMOGÉNEAS. PROCESOS DRV

En este apartado se presenta otro enfoque multivariante para el estudio de las preferencias, aplicable sólo si es posible mensurar las preferencias bajo análisis mediante una función de utilidad cardinal. Se trata de una técnica inserta en la metodología Procesos DRV (Decisión con Reducción de la Variabilidad), desarrollada para la toma de decisiones grupales, dado un contexto modelable mediante DMD (Decisión Multicriterio Discreta).

Esta técnica contempla que en las instancias en las que se recopilan valoraciones individuales sobre elementos de decisión de los integrantes de un grupo, mediante una función de utilidad cardinal, si se realiza un estudio de la variabilidad de las valoraciones asignadas, la existencia de posturas comunes debe evidenciarse en el comportamiento de estas valoraciones. Según Zanazzi et al (2008 y 2009), es posible suponer que cuando existe homogeneidad en las preferencias las valoraciones de las utilidades asignadas a los elementos comparados tienen distribuciones marginales normales.

Dado un grupo de N individuos, con $n=(1, 2, 3, \dots, N)$, que mensura K elementos a comparar en el análisis de un problema de decisión, la variabilidad

de las utilidades asignadas en forma individual, puede ser representada mediante una variable aleatoria de K dimensiones. Para el estudio de variables de este tipo, es necesario definir dos propiedades: las distribuciones de probabilidad marginales y la matriz de correlaciones cruzadas.

Respecto a las distribuciones marginales, sea U_k la variable aleatoria que representa la utilidad adjudicada al elemento k, con $k = (1, 2, 3, \dots, K)$, expresada como utilidad normalizada con la regla de la suma. Es razonable pensar que cuando los diferentes integrantes realizan su valoración individual, asignan mayor o menor peso a cada elemento dependiendo de múltiples condicionantes.

Dicho con mayor formalidad, puede proponerse que:

$$U_k = \sum_{i=1}^L Y_i \quad (3)$$

Donde las variables Y_i representan los múltiples efectos producidos por los condicionantes presentes en el decisor individual, en el momento de asignar utilidad al elemento k.

Si se supone que el grupo presenta homogeneidad en sus preferencias, situación que de aquí en más se denomina estado de "cohesión", todos estos efectos surgen de condicionantes comunes y por tanto deben tener impactos similares. Entonces, conforme al Teorema del Límite Central de probabilidades, cuando L tiende a infinito, U_k debe tender a comportarse como una normal $[N(\mu_k, \sigma_k^2)]$. Este razonamiento puede considerarse válido para las distribuciones de cada uno de los elementos considerados.

Por otra parte, debido al procedimiento de normalización utilizado, las ponderaciones están linealmente relacionadas por: PARA CADA N

$$\sum_{k=1}^K U_k = 1 \quad (4)$$

Ahora bien, si el equipo tiene cohesión, es razonable descomponer las utilidades respecto al elemento k, del siguiente modo: PARA CADA K

$$U_k = \mu_k + \varepsilon_{kn} \quad (5)$$

Donde μ_k es la media del elemento k, en tanto que ε_{kn} , es una variable aleatoria con media cero que representa la desviación de la utilidad asignada por el individuo n respecto a la media del grupo en el elemento k. A partir de la expresión (4.2), se deduce que: EN GENERAL:

$$\sum_{k=1}^K \mu_k = 1 \quad (6) \quad \text{y} \quad \text{además} \quad \sum_{k=1}^K \varepsilon_{kn} = 0 \quad (7)$$

Pero entonces:

$$\varepsilon_{mn} = -\sum_{k=1}^K \varepsilon_{kn} \quad (8) \quad \text{para todo } k \neq m$$

Por lo tanto, si el individuo n presenta una desviación en más respecto a la media de su grupo en uno de los elementos, este alejamiento se compensa con desviaciones en menos en el resto.

Por otra parte, las relaciones anteriores son determinantes de la matriz de correlaciones cruzadas entre los elementos. Al respecto puede considerarse que la intensidad de las correlaciones decrece con la cantidad de elementos que se comparan entre sí.

Más formalmente, sea ρ_{sr} la correlación entre dos elementos cualesquiera s y r . Conforme a la expresión (8), esta correlación es siempre negativa. En el caso que sean dos los elementos comparados se tiene que $\rho_{sr} = (-1)$, en tanto que $\rho_{sr} > (-1)$ cuando $K > 2$.

Además se puede plantear en forma genérica que:

$$\rho_{sr} \rightarrow 0 \quad \text{cuando} \quad K \rightarrow \infty \quad (9)$$

Es decir que las utilidades estandarizadas, asignadas por los integrantes de un grupo que evidencia cohesión de opiniones, pueden representarse con una variable aleatoria multidimensional que tiene distribuciones marginales normales y coeficientes de correlación que tienden a cero a medida que aumenta la cantidad de elementos a comparar.

Ahora bien, puede suceder que en un grupo no exista homogeneidad en las preferencias, es decir que no evidencie un estado de cohesión. En dicha situación, es de suponer que la representación requiera de dos o más distribuciones normales, que reflejen la presencia de subgrupos homogéneos.

En resumen, conforme a esta propuesta la estructura de preferencias cuantificada con una función de utilidad cardinal estandarizada mediante la regla de la suma debe verificar las siguientes condiciones:

I. Los valores de las utilidades están en un conjunto infinito y acotado de números reales. Por ese motivo, no es factible que dos individuos coincidan exactamente en su preferencia.

II. Si los individuos presentan homogeneidad en sus preferencias las utilidades deben concentrarse de un modo que puede ser representado por la distribución Normal.

III. Si los individuos no presentan homogeneidad en sus preferencias, la representación de las preferencias del conjunto requiere de tantas normales como subgrupos homogéneos existan.

Conforme a este enfoque, es necesario realizar un análisis de la variabilidad de las valoraciones y esperar que, bajo condición de homogeneidad de preferencias, el comportamiento probabilístico de las valoraciones pueda ajustarse mediante una distribución Normal. Sin embargo, la posibilidad del ajuste de un modelo de distribución Normal, a la variable aleatoria U_k para cada elemento de decisión k , no siempre es fácil de comprobar, sobre todo si se tiene un grupo con un número reducido de

integrantes. Entonces, es conveniente la incorporación de otra herramienta estadística adicional para discernir sobre el comportamiento de esta variabilidad.

Un indicador, para cotejar la variabilidad, propuesto por Zanazzi et al (2011) A, es el denominado Índice de Variabilidad Remanente (IVR), que se obtiene como sigue:

$$\text{IVR} = (\text{SCD} / \text{SCU}) \times 100\% \quad (10)$$

Donde:

$$\text{SCD} = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (u_{k,n} - \bar{u}_k)^2 \quad (11)$$

$$\text{SCU} = K(N-1) \frac{\left(\frac{2}{K}\right)^2}{12} = \frac{N-1}{3K} \quad (12)$$

La suma de cuadrados SCD es la que representa las diferencias entre las opiniones individuales respecto al elemento número k. El cociente SCU es una aproximación de la suma total de cuadrados en una situación tal que las verdaderas medias μ_k , de cada variable aleatoria u_k , son iguales para todo elemento k y las distribuciones correspondientes son uniformes. Esta se considera la peor condición posible y se utiliza a los efectos de contrastar la sumatoria SCD con algún valor de referencia.

El IVR también puede utilizarse como evidencia adicional de que se alcanza el estado de cohesión. En efecto, el valor de la “suma de cuadrados dentro” incide desde la variabilidad en el comportamiento de las distribuciones marginales y cabe señalar que el comportamiento gaussiano se asocia con el control de esa variabilidad.

Corresponde entonces determinar qué valores de IVR son esperables cuando las distribuciones marginales de las utilidades son normales. La influencia de SCD sobre el indicador IVR representa una complicación ya que por supuesto, en una aplicación real dicho valor no se puede predecir. Una solución para esta dificultad es acompañar el proceso de análisis de las valoraciones, con simulaciones que permitan proponer valores críticos del IVR a partir de las dispersiones obtenidas en la práctica. Sin embargo, esto no ha sido necesario en las aplicaciones realizadas hasta el momento, en las cuales adoptar un valor de IVR, producto de varias experiencias y simulaciones controladas, de entre un 20% y un 25% ha resultado razonable.

La técnica planteada propia de la metodología Procesos DRV permite detectar agrupaciones de características comunes. Es decir posibilita identificar actitudes y segmentar poblaciones.

4. APLICACIÓN DE PROCESOS DRV EN EXAMINAR RAZONES PARA ESTUDIAR INGENIERÍA.

En el contexto de la técnica inserta en la metodología Procesos DRV, descrita en el apartado anterior, se realiza una experiencia de aplicación. En la misma se trabaja sobre las razones que inciden en los estudiantes de Ingeniería, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, para escoger estudiar esta carrera.

Identificar las razones más influyentes en los alumnos para realizar la elección de su carrera, puede derivar en información pertinente para la selección estrategias de aprendizaje, ya que estas pueden orientarse de manera de contribuir en el tratamiento de la problemática que plantea la deserción de los estudiantes

Por otro lado, es preciso considerar que para implementar esta experiencia es necesario el diseño de un instrumento que posibilite la recolección de datos. Este instrumento debe contener un conjunto de razones o criterios previamente establecidos y definidos claramente, asimismo una escala de valoraciones determinada. Esto para que la información obtenida permita detectar patrones de comportamiento, que reflejen opiniones confiables, en las valoraciones emitidas por los estudiantes.

A continuación se detallan las instancias consideradas para diseñar el instrumento y realizar la encuesta. Asimismo se presentan los resultados obtenidos.

4.1. Diseño del instrumento y consideraciones para su aplicación

En principio, para establecer los motivos o razones para estudiar Ingeniería, a incluir en el instrumento, se contempla que éstas deben constituir un conjunto de pocos elementos para facilitar la comparación y mensura. Por otro lado, también debe procurarse que sean suficientemente exhaustivas como para contemplar la mayoría de los aspectos de atención por parte de los estudiantes. A partir de estas observaciones, para la selección de las razones, se recurre a una experiencia realizada en la Facultad de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales presentada en Zanazzi et al (2011) B, a experiencias similares de otras Facultades de Ingeniería y a contribuciones de la bibliografía que trata la temática.

En Zanazzi et al (2011) B, se utiliza la Técnica Repertory Grid para elicitación los motivos o criterios que conducen a la elección de una carrera universitaria. La aplicación se realiza con alumnos ingresantes a las carreras de la misma institución y se opta por la diada como procedimiento para la elicitación de las razones por parte de los entrevistados. Mediante las recurrencias observadas se obtienen las motivaciones expresadas mediante dicotomías, acorde al procedimiento de elicitación utilizado, que Kelly (1995) denomina constructos bipolares.

En la tesis doctoral de Cepero González (2010) se expone como conclusión *la decisión vocacional se alcanza como resultante de un producto multifactorial entre los diversos determinantes que confluyen en una persona al interrelacionarse, de una parte los procesos de maduración, aprendizaje, etc. y de otra, las experiencias concretas del medio donde vive.* En esta tesis se

presenta una clasificación de los determinantes en *Individuales o Personales* y *Coyunturales o Contextuales* que separa claramente las características propias de la persona, de los factores que rodean a la persona al margen de su voluntad y control. En referencia a los determinantes individuales, sostiene que los alumnos eligen la carrera primero según su gusto por la misma y segundo según la afinidad entre su personalidad y las capacidades requeridas y a desarrollar en la carrera de elección. En referencia a los determinantes contextuales, destaca que *la profesión es el principal indicador de nivel social, además de ser sinónimo de estatus social y económico, valores muy importantes en la sociedad actual*; además sostiene que se elige la profesión en segundo lugar por los ingresos económicos. Por otro lado, declara también la repercusión en la decisión vocacional de la formación educativa, la influencia de los medios de comunicación, de la familia y de la estructura económica del país donde residen los estudiantes en cuestión. Asimismo destaca la relevancia del acceso a la información y la orientación al “*mundo vocacional universitario*”.

Luego de investigar varios artículos, que estudian específicamente las razones de la decisión vocacional sobre las carreras de Ingeniería, como Anderson Rowland (1997), Anguelova (2001), Palmer y Bray (2006), O’Kelly (2009), Valencia Giraldo et al (2010), se extraen distintas encuestas realizadas a alumnos de estas carreras donde ellos expresan sus motivos para elegirlos. Esto permite seleccionar una serie de razones, entre las cuales es posible identificar claramente la diferencia entre los factores personales y los contextuales.

Con base en todas las consideraciones anteriores y en el contraste y agrupamiento de las razones recopiladas, se decide incluir en el instrumento cinco criterios. Estos se conforman como sigue: **P** (aspectos **profesionales**); **T** (**temática** que maneja la asignatura), **E** (expectativas **económicas**); **I** (**investigación** en disciplinas afines a la ingeniería); **H** (**herencia** familiar de profesión o de empresa). Para facilitar la comprensión y contribuir a homogeneizar las percepciones, estos criterios se expresan en el instrumento como afirmaciones con las cuales los estudiantes puedan identificarse. Estas son las siguientes:

I. **P**: “La Ingeniería es una profesión, que me puede brindar un amplio entorno laboral, para desarrollar mi creatividad y ponerla al servicio de mejorar la calidad de la vida humana”.

II. **T**: “La Ingeniería es una carrera, que me puede brindar conocimientos y herramientas de las ciencias exactas, para explicar y justificar el funcionamiento del mundo que me rodea”.

III. **E**: “La Ingeniería es una profesión, con rápida salida laboral, que me puede brindar estatus, prestigio y buenos ingresos económicos”.

IV. **I**: “La Ingeniería es una carrera que puede facilitar mi desarrollo académico, científico y personal”.

V. **H**: “La Ingeniería es una carrera que me permite continuar con una tradición familiar”.

Dos de estos criterios (“T” e “I”) pueden incluirse en la categoría de *Individuales y Personales*, y se orientan al desarrollo intelectual y preferencias vocacionales. Los tres restantes (“P”, “E” y “H”) pueden incluirse en la categoría

de *Coyunturales o Contextuales* y responden al ámbito social, familiar y económico en que se encuentran inmersos los estudiantes.

El criterio "P" que hace referencia al entorno laboral de la profesión, engloba los motivos recopilados sobre las características del trabajo, los retos de la posición, la variedad de oportunidades que otorga la carrera, la diversidad de entornos de inserción laboral, las ocasiones que brinda para beneficiar a la sociedad, las perspectivas de la carrera a largo plazo y el ambiente profesional de trabajo.

En cuanto al criterio "T", de temática en las ciencias exactas, incluye la oportunidad de entender cómo funcionan las cosas, de resolver problemas de Ingeniería de la región donde se estudia, la capacidad y gusto por las matemáticas y tecnologías, interés en temas específicos de la carrera y/o interés general por la Ingeniería.

Acercas del criterio "E", de ingresos económicos, abarca la variedad de motivos referidos a la seguridad financiera, el prestigio y status que genera la profesión, la amplia disponibilidad de empleo, el atractivo del salario inicial y la posibilidad de mejorar la calidad de vida.

El criterio "I", de desarrollo intelectual, comprende a la ingeniería como campo propicio para encauzar la vocación por la investigación y por dimensiones académicas, como motivos primordiales en la elección de la carrera.

Por último, el criterio "H", de herencia familiar, engloba la influencia sobre la decisión vocacional del modo de subsistencia y expectativas del entorno familiar del estudiante.

Por otra parte, en cuanto al diseño general del instrumento, este también debe contener una función de utilidad, definida claramente, que permita a los encuestados realizar la mensura de manera homogénea. La función de utilidad que se aplica surge de experiencias anteriores, Zanazzi et al (2008), sólo se decide modificar la escala. Esto a los fines de reparar en repercusiones sobre el estudio de la variabilidad con una escala de menor amplitud. Para la segmentación se incluyen además ciertos datos de la persona como ser, género, edad y carrera que cursan.

En consideración a la validez del instrumento, el mismo se aplica previamente, a modo de prueba, a un grupo de cinco estudiantes, que posteriormente no se incluyen en la muestra, pero que presentan las mismas características de los encuestados.

En la etapa de recolección de datos se procura contribuir a homogenizar las percepciones como en el caso de la prueba piloto. Se pone atención en el denominado "efecto marco" en el cual la forma de presentación de la situación al encuestado influye en la perspectiva y por tanto en la decisión. Después de realizar una descripción exhaustiva del instrumento, se aplica el mismo a dos grupos de estudiantes que cursan asignaturas de segundo año en las Carreras de Ingeniería Civil y de Ingeniería Industrial. Carreras seleccionadas en primera instancia por presentar características comunes, evidenciadas en su comportamiento académico, según información brindada por la Pro Secretaria de Seguimiento y Apoyo Académico de la misma Facultad.

En el anexo A se adjunta la encuesta realizada a 86 alumnos que expresan sus preferencias acerca de las razones establecidas.

4.2. Análisis de los resultados

Si bien al elaborar e implementar la encuesta se contempla especialmente el cuidado de la homogeneidad en las percepciones de los estudiantes, al comenzar a transcribir la información recolectada se detectan inmediatamente algunas deficiencias en este aspecto. Esto se evidencia en que las valoraciones emitidas en algunas encuestas no respetan la escala definida y en otras se emiten conforme al orden dado en el instrumento para los criterios, lo que genera duda entre elección o error de interpretación.

Dada la altura del año académico en que se efectúa la recolección de datos, no es posible volver a realizar la encuesta hasta el siguiente año lectivo. Por tanto, se decide hacer el procesamiento, con la precaución de no incluir las respuestas en las cuales se detectan posibles irregularidades. Entonces, se descartan 19 encuestas y se realiza el procesamiento de las 67 restantes mediante software estadísticos.

En el análisis de las valoraciones totales emitidas se observa la presencia de unos pocos datos atípicos que se apartan del análisis. Mediante de pruebas de hipótesis sobre normalidad solo es posible detectar normalidad en el criterio **E** y en el criterio **I**. Esto evidencia homogeneidad en las preferencias respecto de esos criterios. En atención a las medias de las distribuciones empíricas en principio es posible establecer una jerarquía. Las medias obtenidas se presentan en la TABLA 1.

Si bien resultan claras las diferencias entre la mayoría de los criterios, los valores correspondientes a **P** y **E** no parecen permitir una diferenciación entre ellos, aunque claramente aparecen como los más valorados. Los criterios **H** e **I** resultan menos valorados.

A continuación se realizan análisis a partir de segmentaciones realizadas a la muestra.

De la partición por carrera resulta que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad sólo en el criterio **E** para los industriales y en el criterio **I** para los civiles. Respecto a la ordenación se mantiene la misma que en las totales. No se esperaban demasiadas diferencias en esta segmentación debido a la homogeneidad entre las carreras ya mencionada anteriormente.

De la partición por edad (menores y mayores de 21 años) también se evidencia normalidad en ambas muestras en los criterio **E** e **I**. Sin embargo, en los mayores de 21 años (minoría que constituye el 30% de la muestra total), respecto de la ordenación, no es posible discriminar entre los criterio **P**, **T** y **E**. Los menores de 21 años mantienen la ordenación de los totales.

Dado que algunas corrientes de pensamiento atribuyen diferencias entre hombres y mujeres, desde el punto de vista de sus capacidades intelectuales y emocionales, aparte de las morfológicas y fisiológicas. Se realiza la correspondiente partición por género y en efecto se observan diferencias. Aquí es posible destacar que en las mujeres se obtiene la misma ordenación que en el total, solo que la media de **P** supera ampliamente al resto y no parece posible discriminar entre **E** y **T**. En cambio en los hombres se produce un cambio de orden, el factor económico **E** pasa al primer puesto, aunque con

valores muy cercanos a **P** y **T**. A continuación se presentan los valores obtenidos para las medias de las distribuciones empíricas para Mujeres y Hombres.

Como sin duda se observan diferencias de preferencias entre los dos grupos conformados por género. Se realizan nuevas particiones por género y dentro de cada género, por edad y por carrera. Los resultados obtenidos no presentan diferencias con los totales por género.

En general los resultados muestran que los factores más determinantes son la Profesión y la Economía, por otro lado los factores menos valorados resultan ser la Investigación y la Herencia.

5. CONCLUSIONES

El enfoque multivariante para la medición de preferencias ha adquirido relevancia en los últimos años. Esto debido a requerimientos surgidos de distintas disciplinas, que están en la búsqueda de respuestas a situaciones emergentes de un mundo cada día más complejo.

En este artículo, se reconocen y caracterizan técnicas multivariantes, específicamente las que se utilizan para el estudio de preferencias. Las herramientas estadísticas, los supuestos, los conceptos y los razonamientos que estas técnicas brindan, proporcionan apreciadas referencias a los dedicados al tema.

Este trabajo exploratorio abre la posibilidad de realizar a futuro, aplicaciones simultáneas de distintas técnicas, lo que posibilita la consecución de diversos objetivos. Entre otros, comparar y/o confirmar resultados, o proporcionar información complementaria.

En esta instancia se desarrolla una aplicación de la técnica propia de Procesos DRV, expuesta en esta presentación. La aplicación se implementa en el marco de una experiencia realizada con alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con el objetivo de explorar sobre las razones determinantes para la elección de estudiar Ingeniería.

La concreción de la experiencia ha requerido del diseño de un instrumento de evaluación. Esta construcción ha demandado el incursionar en otras áreas del conocimiento, tarea que siempre resulta enriquecedora.

Respecto a los resultados obtenidos, si bien no son concluyentes sobre la homogeneidad de las preferencias respecto de la totalidad los factores mensurados, la técnica permite discriminar presencia o ausencia de homogeneidad respecto de los mismos. Sin duda, también permite distinguir factores más determinantes.

Finalmente, es importante destacar que sólo es posible obtener o no homogeneidad de preferencias confiables, a partir de homogeneidad de percepciones. Si bien en la experiencia realizada se procura cuidar este aspecto, la misma deja enseñanzas al respecto. Por un lado, que es conveniente utilizar un instrumento conformado por tarjetas y no un instrumento integrado. Por el otro que, aun en situaciones en las cuales no parezca necesario, de ser posible es mejor llevar a cabo la encuesta personalmente o en este caso quizá el trabajar con grupos muy reducidos de alumnos.

6. TABLAS

1°	2°	3°	4°	5°
P(Profesión)	E(Economía)	T(Temática)	I(Investigación)	H(Herencia)
0,3	0,27	0,22	0,14	0,06

TABLA 1 –Promedios de la muestra total-

1°	2°	3°	4°	5°
P(Profesión)	E(Economía)	T(Temática)	I(Investigación)	H(Herencia)
0,4	0,22	0,19	0,14	0,05

TABLA 2 –Promedios de Mujeres-

1°	2°	3°	4°	5°
E(Economía)	P(Profesión)	T(Temática)	I(Investigación)	H(Herencia)
0,29	0,26	0,24	0,15	0,07

TABLA3 –Promedios de Hombres-

7. ANEXOS

ANEXO A

EXPLORACIÓN SOBRE PREFERENCIAS DE ALUMNOS DE INGENIERÍA

Generalmente, los estudiantes de Ingeniería toman la decisión de estudiar esta carrera, en atención a varios criterios que condicionan su elección. Entre estos criterios, los que aparecen como recurrentes se identifican con las siguientes afirmaciones:

P: *“La Ingeniería es una profesión, que me puede brindar un amplio entorno laboral, para desarrollar mi creatividad y ponerla al servicio de mejorar la calidad de la vida humana”.*

T: *“La Ingeniería es una carrera, que me puede brindar conocimientos y herramientas de las ciencias exactas, para explicar y justificar el funcionamiento del mundo que me rodea”.*

E: *“La Ingeniería es una profesión, con rápida salida laboral, que me puede brindar estatus, prestigio y buenos ingresos económicos”.*

I: *“La Ingeniería es una carrera que puede facilitar mi desarrollo académico, científico y personal”.*

H: *“La Ingeniería es una carrera que me permite continuar con una tradición familiar”.*

Nos interesa que usted mensione o pondere estos criterios conforme a las prioridades que lo llevaron a elegir estudiar Ingeniería. Para hacerlo le pedimos que ejecute las siguientes instrucciones.

1-Complete los siguientes datos:

Nombre de la Carrera que estudia:

Edad:

Genero:

2- Lea atentamente las afirmaciones anteriormente mencionadas (**P, T, E, I, H**) y a continuación **ordene** las mismas conforme a su identificación con las mismas. Consigne en la segunda fila de la tabla, que se presenta a continuación, el orden de preferencia elegido, de manera tal que la letra que va bajo la celda que dice 1° es la más preferible

1°	2°	3°	4°	5°

3- Exprese ahora la intensidad de sus preferencias en una escala **continua** en el intervalo de números reales [1, 3] de manera tal que si elige 1 señala igualdad de preferencia, y si elige un número mayor que 1 señala mayor preferencia (un 3 señala preferencia extrema). Consigne estas valoraciones en las celdas dobles, de la siguiente tabla, comparando sólo las afirmaciones contiguas en el orden que ya ha establecido.

1°	2°	3°	4°	5°

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDERSON ROWLAND M. R. (1997): "Understanding Freshman Engineering Student Retention Through a Survey"; *Arizona State University; ASEE Conference*. Milwaukee, Wisconsin.
- [2] ANGUELOVA R. (2001): "Reasons For And Factors Of Motivation In The Choice Of Engineering as a Profession". Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society, Austria. Versión obtenida de <http://www.ifz.tugraz.at/ias/content/download/857/4578>
- [3] CARROLL J. D. (1972): "Individual differences and multidimensional scaling". Publicado en R. N. Shepard, A. K. Romney, & S. Nerlove (Eds.), *Multidimensional Scaling: Theory and Applications in the Social Sciences. Volume I: Theory*. Seminar Press, Nueva York, pp. 105-155.
- [4] CARROLL J. D. (1980): "Models and methods for multidimensional analysis of preferential choice (or other dominance) data". Publicado en E. D. Lantermann, y H. Feger (Eds.), *Similarity and Choice*. Hans Huber, Viena, pp. 234-289.
- [5] CARROL J. D. Y GREEN P. E. (1995): "Psychometric Methods in Marketing Research: Part I, Conjoint Analysis". *Journal of Marketing Research*, vol. 32, pp 385-391.
- [6] CEPERO GONZALEZ A. B. (2010): *Las Preferencias Profesionales y Vocacionales del Alumnado de Secundario y Formación Profesional*. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Granada.
- [7] FERREIRA S.D., RIAL A., PICÓN E. Y VARELA J. (2009): "Efecto del Orden de Presentación de los Atributos sobre los Resultados del Análisis Conjunto". *Metodología de Encuestas*, vol. 11, 103-119.
- [8] GREEN P. E. Y RAO V. (1972): *Applied Multidimensional Scaling*. Dryden Press, Hinsdale.
- [9] JAMES S. (1972): *Applied Multivariate Analysis*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- [10] KELLY G. A. (1955): *The psychology of personal constructs*. Norton and Company, N. York, USA.
- [11] LUQUE MARTÍNEZ T. (2000): *Técnicas de Análisis de Datos en Investigación de Mercado*. Ediciones Pirámide del Grupo Anaya S.A., Madrid, España.

- [12] O' KELLY B.C. (2009): "Some Key Factors Considered by Students In Electing To Study Engineering". International Symposium for Engineering Education, Dublin City University, Ireland. Versión obtenida de www.ndlr.ie/mecheng/symp/papers/FEE/OKellyfactors_ISEE07.pdf
- [13] PALMER S. Y BRAY S. (2006): "Reasons Stated by Commencing Students for Studying Engineering and Technology" . Australasian Journal of Engineering Education, Deakin University, Geelong, Victoria, Australia. Versión obtenida de <http://www.aeee.com.au/journal/2006/palmer01.pdf>
- [14] RIAL A., FERREIRA S.D. Y VARELA J. (2010): "Análise conjunta: uma aplicação ao estudo das preferências dos consumidores". *Revista Portuguesa de Marketing*, vol. 26.
- [15] VALENCIA GIRALDO A., MEJÍA VÉLEZ L.F., RESTREPO GONZÁLEZ G., PARRA MESA C.M., CASTAÑEDA GÓMEZ E., MUÑOZ CARDONA A.E. Y MORALES VANEGAS P.A. (2010): "Razones para Estudiar Ingeniería: El Caso de La Universidad De Antioquia". *Revista del grupo de Investigación Ingeniería y Sociedad*. Universidad de Antioquia. Colombia.
- [16] ZANAZZI, CONFORTE, BOAGLIO, DIMITROFF Y CARIGNANO (2008): "Problemática del Trabajo en Equipo. Metodología para el análisis conjunto". I ERABIO (Encuentro Regional Argentino Brasileiro de Investigación Operativa) XXI ENDIO. Posadas, Argentina.
- [17] ZANAZZI J. Y AUTRAN MONTEIRO GOMES L. (2009): "La Búsqueda de Acuerdos en Equipos de Trabajo: el Método Decisión con Reducción de Variabilidad (DRV)". *Pesquisa Operacional*, vol. 29, pp. 125-221.
- [18] ZANAZZI J, BOAGLIO L, PONTELLI D., CONFORTE J., DIMITROFF M. Y CABRERA G. (2011) A: "Estabilidad en Procesos de Toma de Decisiones con Reducción de Variabilidad (DRV)". XXII EPIO - XXIV ENDIO. Río Cuarto, Córdoba. Argentina.
- [19] ZANAZZI J., SALAMON A, CABRERA G., GONZALEZ, A Y PEDROTTI, B (2011) B: "La Investigación Operativa Soft en la Estructuración de Problemas Vinculados con la Orientación Vocacional". XXII EPIO - XXIV ENDIO. Río Cuarto, Córdoba. Argentina.
- [20] ZANAZZI J., BOAGLIO L. Y AUTRAN MONTEIRO GOMES L. (2011) C: "Procesos DRV: Nuevo Método para la Toma de Decisiones en Equipo". *Quinto encuentro RED-M. SOBRAPO (Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional)*