

ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA EL ESTUDIO DE LAS HABILIDADES TÉCNICAS EN LOS ESTUDIANTES DEL BACHILLERATO TÉCNICO DE BABAHOYO.

Josué Oviedo Rodríguez* y Yasser Vázquez Alfonso**.

*Universidad Técnica de Babahoyo.

**Universidad de la Habana

ABSTRACT

The present research was developed at the Technical University of Babahoyo of Ecuador and aimed to apply multivariate methods for the study of technical skills in the subject of electronics. Through the application of the Optimum Scaling method through the Multiple Correspondence Analysis (ACM) and the Principal Component Analysis for categorical data (CATPCA), it was possible to characterize the state of the technical abilities of the students of the Educational Unit Eugenio Espejo, allowing Investigate the patterns and regularities that govern their behavior. This makes it possible to restructure and execute those that the student requires to achieve the best academic performance possible.

KEYWORDS: Technical skills, ACM, CATPCA.

MSC: 62P25

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Babahoyo de Ecuador y tuvo como objetivo aplicar métodos multivariados para el estudio de las habilidades técnicas en la asignatura de electrónica. Mediante la aplicación del método de Escalamiento óptimo a través del Análisis Correspondencia Múltiple (ACM) y el Análisis de Componentes Principales para datos categóricos (CATPCA), se logró caracterizar el estado de las habilidades técnicas de los estudiantes de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, permitiendo investigar los patrones y regularidades que rigen sus comportamientos. Esto posibilita reestructurar y ejecutar aquellas que el estudiante requiere para alcanzar el mejor rendimiento académico posible.

PALABRAS CLAVE: Habilidades técnicas, ACM, CATPCA.

1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo humano es un concepto amplio, concebido desde la perspectiva del hombre, que incluye a los conceptos de crecimiento económico, de desarrollo de recursos humanos, de beneficiario y el receptor de bienes y servicios y los complementa con los conceptos de mejoramiento de la calidad de la vida humana; se considera al ser humano como un fin y no como un medio, como agente de cambio en el proceso de desarrollo, a través de la ampliación de las opciones de tipo multilineal y la ampliación de sus necesidades.

El sistema de habilidades y hábitos intelectuales y prácticas, constituyen la base de las múltiples actividades que debe realizar el alumno (González, 2005). Es la forma que tiene el educando de relacionarse directamente con la realidad para conocerla mejor y contribuir a su transformación.

Por medio de la observación directa de las acciones que desarrollan los estudiantes en la práctica de taller, se logrará determinar cuáles son las habilidades técnicas que propician de mejor manera el conocimiento dentro de las prácticas y verificar con esto el proceso de formación y desarrollo en los trabajos que se les asignan.

La habilidad técnica se refiere a la capacidad de usar herramientas, o procedimientos técnicos en un campo especializado, es la posesión de conocimientos y destrezas en actividades que supone métodos, procesos y procedimientos. Implica por lo tanto el diestro uso de instrumentos y técnicas específicas (Arroyo, 2012).

El desarrollo de habilidades constituye una problemática bastante generalizada, a pesar de que varios investigadores de la temática han dado las vías para resolverla, entre los que se destacan (López ; 2011, Illescas; 2011, Martínez;2014).

La formación de habilidades en el Ecuador se ubica en la consideración que realiza el sistema educativo en su contexto, en la oferta de muchos centros de educación que ofertan la formación de diferentes habilidades. Para el estudio de las habilidades técnicas se emplea a la modelación matemática de procesos como uno de los medios fundamentales, partiendo de que la comprensión científica de un proceso se alcanza cuando las fuentes críticas de variabilidad están identificadas y explicadas, la variabilidad está controlada por el proceso y los atributos de calidad de los resultados son predecibles. En tal sentido, resulta indispensable la modelación matemática de los procesos de enseñanza con el objetivo de garantizar la calidad de sus resultados (materializados en la elevación del rendimiento académico de los estudiantes) por medio de la salvaguarda de la calidad de los datos, su síntesis y organización, el establecimiento de asociaciones entre ellos y su transformación en conocimiento que sirva de soporte para la identificación de áreas de mejora y, por tanto, para la toma de decisiones, mediante algoritmos y procedimientos eficaces. El presente artículo tiene por objetivo aplicar Métodos Estadísticos Multivariados para el estudio de las habilidades técnicas en la asignatura de electrónica de la Unidad Educativa Eugenio Espejo de la ciudad de Babahoyo en la Provincia de Los Ríos, Ecuador.

2. MATERIALES-MÉTODOS.

La investigación se realizó para conocer la situación actual que tienen los estudiantes en el desarrollo de las habilidades técnicas y la necesidad de evaluar el nivel de dominio de las acciones que constituyen las habilidades técnicas dentro del bachillerato de electrónica.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes métodos:

Teóricos: permitieron la profundización en el estudio del objeto de la investigación, interpretación los datos empíricos encontrados y la sistematización, generalización y nexos esenciales de las informaciones obtenidas.

Empíricos: permitieron el diagnóstico de las dificultades presentadas por los estudiantes en el desarrollo de las habilidades técnicas, a través de observación y encuestas a estudiantes y docentes.

Estadísticos: Se utiliza para el procesamiento y análisis de la información a través del análisis multivariado, mediante el Análisis de Componentes Principales para datos categóricos (CATPCA) y el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM).

La población objeto de estudio estuvo representada por 140 estudiantes y 15 docentes de la especialidad de Electrónica de la Unidad Educativa Eugenio Espejo. Para el estudio se seleccionó toda la población de estudiantes y docentes.

Para determinar la validez del contenido de la encuesta y la entrevista se utiliza el coeficiente de alfa de Conbrach (α), que se expresa según Ledesma et. al. (2002) por:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_{sum}^2} \right)$$

Donde:

k: es el número de ítems de la prueba.

s_i^2 : es la varianza de los ítems.

s_{sum}^2 : es la varianza total.

Las variables que se utilizaron en la investigación se muestran en la tabla 1, la misma refleja el tipo variable y el tipo de escala en que se clasifica.

Tabla 1: Características de las variables.

Variables	Tipo	Escala
Encuesta a estudiantes		
I.1 (Comprensión de los contenidos)	Cualitativa	Nominal
I.2 (Satisfacción)	Cualitativa	Nominal
I.3 (Preparación)	Cualitativa	Nominal
I.4 (Exigencia)	Cualitativa	Nominal
I.5 (Calidad del aprendizaje)	Cualitativa	Ordinal
I.6 (Dedicación al estudio)	Cualitativa	Nominal
I.7 (Relación de los contenidos con su profesión)	Cualitativa	Nominal
I.8 (Preferencias por las conferencias)	Cualitativa	Ordinal
I.9 (Preferencias por los talleres)	Cualitativa	Ordinal

I.10 (Criterios por la preferencias)	Cualitativa	Nominal
II.1 (Apreciación de la interrelación de los contenidos)	Cualitativa	Nominal
II.2 (Criterios sobre la reacciones nucleares y el desarrollo industrial)	Cualitativa	Nominal
II.3 (Integración de los contenidos Física III y Tecnologías)	Cualitativa	Nominal
II.4 (Criterio sobre la aplicación del concepto de campo electrónico)	Cualitativa	Nominal
II.5 (Criterios sobre las Ciencias espaciales y la Electrónica)	Cualitativa	Nominal
II.6 (Criterios sobre las leyes físicas y la Electrónica)	Cualitativa	Nominal
II.7 (Criterios sobre los elementos de la Electrónica)	Cualitativa	Nominal
III.1(Criterios sobre la Física III y medio ambiente)	Cualitativa	Nominal
III.2 (Criterios sobre interacciones nucleares y medio ambiente)	Cualitativa	Nominal
III.3 (Criterios sobre el papel de equilibrio de la atmósfera)	Cualitativa	Nominal
III.4 (Comprensión de los procesos electromagnéticos)	Cualitativa	Nominal
III.5 (Apreciación mediante las clases del estudio medio ambiente)	Cualitativa	Nominal
TM (Tipo de momento)	Cualitativa	Nominal
AA (Año académico)	Cualitativa	Nominal
MEE (Motivación del estudiante por la Electrónica)	Cualitativa	Nominal
Encuesta a docentes		
PP1 (Domina los conceptos fundamentales de Electrónica)	Cualitativa	Nominal
PP2 (Interpreta y reconoce la documentación técnica)	Cualitativa	Nominal
PP3 (Utiliza correctamente los instrumento de medición)	Cualitativa	Nominal
PP4 (Analiza e identifica señales eléctricas para el diagnóstico)	Cualitativa	Nominal
PP5 (Diseña y construye placas de circuitos impresos)	Cualitativa	Nominal
PP6 (Realiza la instalación hardware y actualización de software)	Cualitativa	Nominal
PP7 (Configura, instala y repara red telefónica)	Cualitativa	Nominal
PP8 (Instala, opera y mantiene equipos de electroacústicas)	Cualitativa	Nominal
PP9 (Elabora la documentación técnica)	Cualitativa	Nominal
PP10 (Distingue las habilidades y destrezas para el diseño)	Cualitativa	Nominal
PP11 (Identifica condiciones peligrosas y actos inseguros)	Cualitativa	Nominal
PP12 (Realiza el seguimiento y evaluación al estudiante)	Cualitativa	Nominal
PP13 (Asesora en el desarrollo en el plan de carrera)	Cualitativa	Nominal
PP14 (Posee experiencia laboral en el campo de la electrónica)	Cualitativa	Nominal

Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación se utilizó el método escalamiento óptimo para analizar los datos que son difíciles o imposibles de analizar mediante procedimientos estadísticos estándar. Para realizar el método de escalamiento óptimo se utilizó el SSPS22.

El método de Análisis Componentes Principales Categóricos (CATPCA), al igual que su homólogo para variables continuas, puede considerarse como una técnica exploratoria de reducción de las dimensiones de una base de datos incorporando variables nominales, ordinales y numéricas (Navarro et.al., 2010). Pone al descubierto relaciones existentes entre las variables originales, entre los casos y entre ambos: variables y casos (Meulman y Heisser, 2004).

El modelo CATPCA presenta una matriz de datos $H_{n \times m}$, la cual consiste en las puntuaciones observadas de n casos en m variables. Cada variable puede ser denotada como la j -ésima columna de H ; h_j como un vector de $n \times 1$, con $j = 1, \dots, m$. Si las variables h_j no tienen nivel de medición numérico, o se espera que la relación entre ellas no sea lineal, se aplica una transformación no lineal. CATPCA puede ser desarrollado minimizando la función de pérdida mínima cuadrática en la que la matriz de datos observados H es reemplazada por una matriz $Q_{n \times m}$, que contiene las variables transformadas $q_j = \varphi_j(h_j)$.

La función de pérdida

$$L_2(Q, A, X) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \text{tr}(q_j a_j' - X)(q_j a_j' - X)$$

es la que utiliza el CATPCA y está sujeta a un número de restricciones. Primero, las variables transformadas son estandarizadas, a fin de que $q_j' q_j = n$. Tal restricción se necesita para resolver la indeterminación entre q_j y a_j en el producto escalar $q_j a_j'$. Esta normalización implica q_j que contenga z-scores y garantice que las

saturaciones en componentes en a_j estén correlacionadas entre las variables y las componentes. Para evitar la solución trivial $A = 0$ y $X = 0$, las puntuaciones de los objetos se limitan y se requiere que $X'X = nI$, donde I es la matriz identidad, se necesitan que las puntuaciones de los objetos estén centradas, por lo tanto $I'X = 0$, donde I representa el vector unidad. Estas restricciones significan que las columnas de las X (componentes) son z -scores ortonormales: su media es cero, su desviación estándar es 1, y están incorrelacionadas. Para el nivel de escala numérica, $q_j = \varphi_j(h_j)$ implica una transformación lineal, que es la variable observada h_j es simplemente transformada en z -scores. Para los niveles no lineales (nominal, ordinal, spline), $q_j = \varphi_j(h_j)$ denotan una transformación acorde con el nivel de medición seleccionado para la variable j .

El método que se utiliza para minimizar la función de pérdida anterior es el de los mínimos cuadrados alternantes, actualizando cíclicamente uno de los parámetros X , Q y A , mientras que los otros dos se mantienen constantes. Esos procesos iterativos se continúan hasta que la mejora en los valores perdidos posteriores este por debajo de algún valor pequeño especificado por el usuario. En CATPCA, los valores de partida de X son aleatorios.

El ACM es una técnica de análisis factorial exploratorio para datos categóricos multivariados. En esencia, esta técnica busca describir, en un espacio de pocas dimensiones o factores, la estructura de asociaciones entre un grupo de variables categóricas, así como las similitudes y diferencias entre los individuos a los cuales esas variables se aplican. Una revisión extensiva de los fundamentos de esta técnica y otras relacionadas puede encontrarse en Greenacre (1984) y Gifi (1990), entre otros.

Se han propuesto enfoques y formas de cómputo del ACM. Entre ellos, el denominado sistema Gifi (Gifi, 1990) - implementado en SPSS por el grupo Teoría de Datos de la Universidad de Leiden ubicada en Holanda. Este sistema es un conjunto de métodos multivariados desarrollados en base al algoritmo denominado ALS (Alternating Least Squares). Entre estos métodos el llamado 'Análisis de Homogeneidad' proporcionaría un modelo equivalente al ACM. La solución del Análisis de Homogeneidad por ALS se conoce como HOMALS ('Homogeneity Analysis by ALS').

El método de Análisis de Correspondencia Múltiples se utilizó para analizar desde un punto de vista gráfico las relaciones dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas a partir de las tablas de contingencias multidimensionales.

El análisis de correspondencias múltiples se basa en realizar un análisis de correspondencias sobre la llamada matriz de Burt: $B = Z'Z$. Esta matriz tiene la forma $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_S]$, siendo Z_i una matriz $(n \times p_i)$, de forma que

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el individuo } i - \text{ésimo elige la modalidad } j, \\ 0, & \text{si el individuo } i - \text{ésimo no elige la modalidad } j. \end{cases}$$

La matriz de Burt se construye por superposición de cajas. En los bloques diagonales aparecen matrices diagonales conteniendo las frecuencias marginales de cada una de las variables analizadas. Fuera de la diagonal aparecen las tablas de frecuencias cruzadas correspondientes a todas las combinaciones 2 a 2 de las variables analizadas

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis realizado a estas variables contó con el empleo de métodos de la Estadística Multivariada, como en el conjunto de datos hay presencia de variables mixtas (predominan las cuantitativas), se aplicó el Análisis de Componentes Principales para datos categóricos (CATPCA).

En el Análisis de los Componentes Principales para datos categóricos se obtuvo como resultado que aproximadamente el 76% de la variabilidad total de las evaluaciones obtenidas por los estudiantes en la asignatura de electrónica general. En la tabla 2 se muestra el resumen del modelo con los valores del Alfa de Cronbach en las dos dimensiones, los cuales están dentro del rango de fiabilidad de la aplicación adecuada del método, según Hair et. al. (1999).

Tabla 2. Resumen de la fiabilidad y varianza explicada

Dimensión	Alfa de Cronbach	% de la varianza
1	0,981	65,795
2	0,700	10,626

La **dimensión 1** explica aproximadamente el 65,80% de variabilidad y las variables que presentan más peso se muestran en la tabla 3 y la figura 1 son: el tipo de momento en que se realizó la encuesta y los diferentes

indicadores por cada pregunta. En estos indicadores se resalta un peso negativo lo que indica un seguimiento por parte de la institución para el mejoramiento de los mismos. La **dimensión 2** explica aproximadamente el 11% de variabilidad y la variable que más pesos tiene es el año académico.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de los estudiantes con respecto a las evaluaciones en el pre-experimento realizado en la asignatura de electrónica general. Se visualiza en gráfico cuatro grupos, prevaleciendo en el grupo del círculo rojo la mayor cantidad de estudiantes con resultados similares. Estos resultados complementan las investigaciones realizadas por los autores Arcos-Cabrera y Espinoza (2008), Machado et.al (2008) y De Faria (2015) en el contexto educativo.

Tabla 3. Pesos de las variables por cada dimensión

Variables	Dimensión	
	1	2
I.1	-,887	-,067
I.2	-,857	,040
I.3	-,873	,087
I.4	-,876	,004
I.5	-,878	-,026
I.6	-,863	,013
I.7	-,891	,033
I.8	-,881	-,058
I.9	-,891	-,076
I.10	-,886	,022
II.1	-,894	-,038
II.2	-,879	-,099
II.3	-,874	,092
II.4	-,881	,007
II.5	-,888	,031
II.6	-,870	-,046
II.7	-,885	-,063
III.1	-,884	,070
III.2	-,895	-,023
III.3	-,880	-,059
III.4	-,887	,016
III.5	-,893	-,040
TM	,993	,010
AA	-,068	,986
MEE	-,036	-,227

En la tabla 4 se muestra el resumen del modelo con los valores de Alfa de Cronbach en las dos dimensiones, los cuales están dentro del rango de fiabilidad de la aplicación adecuada del método, según Hair et. al. (1999).

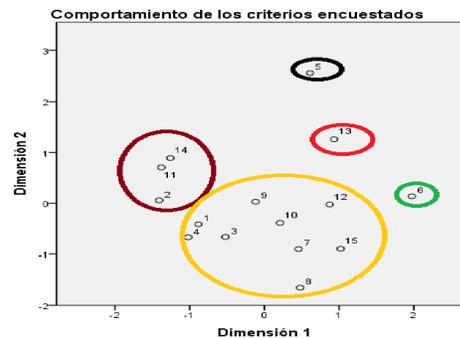
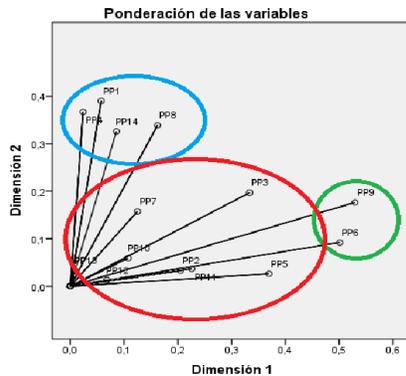
Tabla 4. Resumen de la fiabilidad y varianza explicada

Dimensión	Alfa de Cronbach	% de la varianza
1	0,902	40,290
2	0,865	20,635

La **dimensión1** explica aproximadamente el 40% de variabilidad y las variables que presentan más peso se muestran en la figura 3 son: (PP6) Realiza la instalación de hardware, la configuración y actualización del software base de sistemas microinformáticos y/o microcontrolados (representando a la habilidad técnica del docente) y (PP9) Elabora documentación técnica necesaria para la planificación, mantenimiento preventivo -correctivo y manual de operación (representa el conocimiento del docente). La dimensión 2 explica aproximadamente el 21% de variabilidad y la variable que más pesos tiene es (PP1) Domina los conceptos fundamentales de Electrónica (representando el conocimiento del docente).

Figura 3: Gráfico de la ponderación de las variables.

Figura 4: Gráfico de los encuestados



Con respecto al comportamiento de los criterios que dan los docentes encuestados, se muestran en la figura 4. El gráfico de la figura 4 se observa que la gran mayoría de los docentes encuestados tienen criterios similares sobre la percepción que tienen de la preparación de los estudiantes en la asignatura de electrónica general.

4. CONCLUSIONES.

La aplicación del Análisis multivariado mediante el Análisis de Componentes Principales para datos categóricos (CATPCA) y el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACC), lograron identificar los diferentes criterios que estudiantes y docentes tienen sobre los fundamentos de la enseñanza de la Electrónica.

Las variables que más pesos tuvieron con la aplicación del CATPCA y el ACC son: tipo de momento en que se realizó la encuesta, el año académico, realiza la instalación de hardware, la configuración y actualización del

software base de sistemas microinformáticos y/o microcontrolados, elabora documentación técnica necesaria para la planificación, mantenimiento preventivo - correctivo y manual de operación y domina los conceptos fundamentales de Electrónica.

RECEIVED: APRIL 2017.
REVISED: AUGUST, 2017.

REFERENCIAS.

- [1] ARCOS-CABRERA, C., y ESPINOZA, B. (2008): Desafíos Para la educación en el Ecuador: Calidad y Equidad. Quito: **FLACSO**: 44-49.
- [2] ARROYO, R. (2012): Habilidades Gerenciales. Desarrollo de destrezas, competencias y actitud. **Gráficas de Sabana**, 65.
- [3] DE FARIA , J. B. (2015): **Desarrollo de habilidades para contribuir al pensamiento crítico de los estudiantes en la educación de jóvenes y adultos (EJA), a través de la enseñanza de la historia de Brasil.** Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en pedagogía.: Universidad de Matanzas
- [4] GIFLI, A. (1990): **Nonlinear Multivariate Analysis.** Wiley, Chichester.
- [5] GREENACRE, C. M. (1984): **Theory and applications of correspondence analysis.** Academic Press, . London:
- [6] GONZÁLEZ, M. (2005): **La didáctica y el proceso de enseñanza aprendizaje.** Material mimeografiado, Matanzas.
- [7] HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L and LACK, W. C(1999): **Análisis Multivariante.** Prentice Hall Iberia. Madrid.
- [8] ILLESCAS ORTEGA, J. (2011): **Habilidades para el desarrollo del pensamiento crítico en el currículo del primer año.** Tesis previa a la obtención del grado de Magister y Desarrollo del Pensamiento. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- [9] LEDESMA, R.; MOLINA, G.; y VALERO, P (2002): Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: Un paquete basado en gráficos dinámicos. **Psico-USF**. 7, 143-152.
- [10] LÓPEZ PONCE, M. E. (2011): Habilidades Técnicas. México, México.
- [11] MACHADO, E., MONTES DE OCA, N., y MENA, A. (2008): El desarrollo de habilidades investigativas como objetivo educativo en las condiciones de la universalización de la educación superior. **Revista Pedagógica Universitaria** , 156-180.
- [12] MARTÍNEZ AGUT, M. P. (2014): Proceso de enseñanza aprendizaje de habilidades sociales y dinámicas de grupos en el aula virtual de los ciclos formativos de la familia profesional de servicios socioculturales y a la comunidad en el régimen semipresencial. **qadernsanimacio.net**, 1-15
- [13] MEULMAN, J.J y HEISER, W.J (2004): **SPSS Categories 13.0.** SPSS, Inc
- [14] MORÁGUEZ, A (2011): ¿Cómo seleccionar el tamaño de una muestra para una investigación educacional? [en línea]. La Habana. Cuba. Disponible en: www.monografia.com.**[Consulta:14 de octubre 2015]**.
- [15] NAVARRO, J. M, CASAS, y G.M, GONZÁLEZ, E. (2010): Análisis de componentes principales y análisis de regresión para datos categóricos. Aplicación en la hipertensión arterial. **Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones** 17, 205–235.