

# ESTUDIO CUANTITATIVO DEL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE UNA DISCIPLINA MEDIANTE ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA DATOS CATEGÓRICOS

Frank Michel Enrique Hevia\*, Ricardo Sánchez Casanova\*\*, Abilio Eduardo\*\*\*

\* Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. La Habana. Cuba.

\*\* Universidad de La Habana. Cuba.

\*\*\* Universidad “Katyavala Bwila” de Benguela. República de Angola.

## ABSTRACT

This paper shows up a work developed in the county of Benguela, Republic of Angola. As case matter, it was considering the Statistical Applied discipline that it is imparting in ISCED of Benguela. To determine the present state of their empiric teaching-learning process (interviews, pedagogic tests) and statistical methods they used. This paper pretend to show how to carry out the quantitative study, applying statistical tools one variable and multivariate as the Analysis of Main Components for Categorical Data, which allowed to verify the indicators (variables) that more weight had in the valuations emitted by the students in the instruments.

**KEYWORDS:** Applied statistic, variable in study, Analysis of Main Components for Categorical Data (CATPCA)

**MSC:** 62P20

## RESUMEN

El trabajo que se presenta se desarrolló en la provincia de Benguela, República de Angola. Como caso particular, se consideró la disciplina Estadística Aplicada que se imparte en el ISCED de Benguela. Para determinar el estado actual de su proceso de enseñanza-aprendizaje se utilizaron métodos empíricos (encuesta y pruebas pedagógicas) y estadísticos. Este trabajo pretende mostrar cómo realizar el estudio cuantitativo aplicando herramientas estadísticas univariadas y multivariadas como el Análisis de Componentes Principales para Datos Categóricos, el cual permitió constatar los indicadores (variables) que más peso tuvieron en las valoraciones emitidas por los estudiantes en los instrumentos.

**PALABRAS CLAVE:** Estadística aplicada, variable de estudio, Análisis de Componentes Principales para variables Categóricas(CATPCA)

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la República de Angola, en la enseñanza superior se pretende “realizar la formación en estrecha relación con la investigación científica orientada para la solución de los problemas impuestos en cada momento por el desarrollo del país en correspondencia con el progreso de la ciencia, la técnica y la tecnología”. [6]

Este inciso también se manifiesta en la importancia que se le da a la formación de profesores, declarada en objetivos generales del propio Subsistema: “Formar profesores y demás agentes de educación con sólidos conocimientos científicos, pedagógicos, metodológicos, técnicos y prácticos”. [2]

Evidentemente, en la formación inicial de profesores de perfil humanístico en los Institutos Superiores de Ciencias de la Educación (ISCED), los estudiantes deben resolver problemas inherentes a fenómenos educativos en sus diferentes contextos de actuación por medio de la investigación científica. Ello exige el empleo de herramientas para el análisis de los datos que se obtienen de indagaciones empíricas.

La Estadística Aplicada, como una disciplina enfocada en el uso de herramientas estadísticas para analizar la información que emana del estudio de fenómenos educativos con el fin de explicarlos mejor, permite al estudiante obtener la información, simplificar los datos obtenidos y comunicar los resultados de sus investigaciones.

Por otra parte, la sistematización de los referentes teórico-metodológicos asumidos, permitió identificar la variable en estudio en general, de manera singular sus indicadores y en lo particular las dimensiones como categoría intermedia que los une.

En congruencia, se declaró como variable en estudio al proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada en la formación inicial de profesores de perfil humanístico en el ISCED de Benguela en la República de Angola, la que fue definida conceptualmente de forma operativa.

A partir de lo asumido con relación a un enfoque desarrollador en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se establecieron para la anterior variable en estudio declarada tres dimensiones y 9 indicadores: tres para la primera dimensión, dos para la segunda y cuatro para la tercera, como se presentan a continuación:

La primera dimensión “Actuación de los estudiantes en el aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada”. Son indicadores los siguientes:

- 1.1) Apropiación (activa, reflexiva y regulada) del contenido estadístico.
- 1.2) Establecimiento de relaciones significativas en el aprendizaje del contenido estadístico.
- 1.3) Nivel de motivaciones por aprender el contenido estadístico.

La segunda dimensión “Dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada”. Constituyen indicadores de esta dimensión los siguientes:

- 2.1) Vinculación del contenido estadístico con el análisis de la información en el estudio de fenómenos educativos y su empleo para obtener y simplificar los datos y, para comunicar los resultados en las investigaciones de los estudiantes.
- 2.2) Influencias desarrolladoras que ejerce el profesor para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido estadístico.

La tercera dimensión “Resultados obtenidos en el aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada”. Son indicadores los siguientes:

- 3.1) Dominio del sistema de conocimientos estadísticos.
- 3.2) Realización de las acciones en cada etapa con carácter sistémico de la formación estadística como nodo cognitivo.
- 3.3) Expresión de adecuadas normas de comportamiento y valores sociales como resultado de la formación como futuro profesional de la educación.
- 3.4) Éxito en la resolución de ejercicios y problemas por medio de la utilización de un software estadístico profesional.

Para la precisión del estado actual de la variable en estudio se realizó en el segundo semestre del curso 2016 una indagación empírica que responde a la caracterización, en un grupo, de cada indicador que interviene en el fenómeno educativo que se estudia. Para dicho propósito se aplicaron los siguientes instrumentos de medición que responden a los métodos empíricos utilizados en la investigación:

- Cuestionario de encuesta a estudiantes. Se encuestaron 145 estudiantes de segundo año de las especialidades de Pedagogía, Psicología, Educación especial, Historia, Inglés, Francés y Portugués en el ISCED de Benguela, seleccionados por un muestreo aleatorio estratificado.
- Test de prueba pedagógica a estudiantes. Se les aplicó a los 145 estudiantes de segundo año anteriormente mencionados.

En correspondencia con lo anterior, se realizó la distribución de las dimensiones y los 9 indicadores declarados para la variable en estudio por cada instrumento de medición.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para estudiar cuantitativamente los resultados de la aplicación de los instrumentos de medición, primeramente se utilizó el escalamiento Likert que permitió atribuirle una valoración conjunta de las respuestas dadas a cada indicador en dichos instrumentos de medición elaborados al medir la actitud u opinión de cada estudiante.

Para determinar la estabilidad de los instrumentos para proporcionar medidas consistentes, se procedió al cálculo de la fiabilidad del test de prueba pedagógica y del cuestionario de encuesta a estudiantes. Para ello se aplicó el Modelo de Dos mitades, este modelo divide la escala en dos partes y examina la correlación entre dichas partes [9]. Dicho modelo emplea diversos estadísticos, que incluyen el número de casos, el número de elementos y las estimaciones de la fiabilidad, entre los que se encuentran la correlación entre formas, la fiabilidad de dos mitades de Guttman, la fiabilidad de Spearman-Brown (longitud igual y desigual) y el

coeficiente alfa para cada mitad. Con base en todo ello, se calculó el grado de fiabilidad de cada instrumento de medición elaborado por medio del coeficiente de dos mitades de Guttman entre las dos series de medidas en cada instrumento.

Posteriormente, para simplificar la información que se obtuvo acerca de la variable en estudio, se utilizó el análisis de las frecuencias con la intención de describir los conjuntos de datos y el cálculo de la mediana, para la caracterización del comportamiento de cada indicador como medida descriptiva que identifica al escalamiento ordinal utilizado. También se aplicó la prueba Kolmogórov-Smírnov de bondad de ajuste para una muestra, con el objetivo de probar la significación estadística de la mediana.

En la aplicación de la prueba de Kolmogórov-Smírnov se procede como se explica a continuación, según Siegel y Castellan [14]:

1. Se especifica la distribución acumulativa teórica, o sea, la distribución acumulativa esperada según la hipótesis nula ( $H_0$ ).
2. Se arregla los puntajes observados en la distribución acumulativa y se convierte las frecuencias acumulativas en frecuencias relativas acumuladas  $[S_N(X_i)]$ .
3. Con el uso del estadístico  $D = \max|F_0(X_i) - S_0(X_i)|$  siendo  $i = 1, 2, \dots, N$ , se encuentra la máxima desviación de  $D$  como el valor absoluto más grande de  $F_0(X_i) - S_N(X_i)$ .
4. Con base en la tabla de los valores críticos de  $D$  en la prueba de Kolmogórov-Smírnov para una muestra, se encuentra la probabilidad asociada (dos colas) con la ocurrencia según  $H_0$  de valores tan grandes como los valores observados de  $D$ , o sea, el percentil del estadístico en esta prueba dado por  $D_{1-\alpha}(n)$ . Esto para luego determinar la región crítica de la  $H_0$  como el conjunto de los valores del estadístico que conducen a rechazar esta hipótesis nula, dada por  $D > D_{1-\alpha}(n)$  y en lo ulterior tomar la decisión de rechazar  $H_0$  si el valor del estadístico  $D$  cae en ella y no rechazarla en caso contrario.

Para un estudio cuantitativo más integral de los indicadores (variables) que influyen en el estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada se aplicó el método CATPCA, según criterios de De Leeuw y Tapia. [7 y 16]

El análisis de Componentes Principales para Datos Categóricos se aplicó para cuantificar simultáneamente las variables categóricas (indicadores) y al mismo tiempo reducir la dimensionalidad de los datos. El Análisis de Componentes Principales para Datos Categóricos se conoce también por el acrónimo CATPCA, del inglés CATegorical Principal Components Analysis.

Se aplicó este método con el objetivo de conocer si se podía reducir el conjunto original de los 9 indicadores correlacionados entre sí, en un número menor de variables, los componentes, los cuales debieran explicar la variación entre los sujetos y que tengan propiedades óptimas.

El procedimiento del CATPCA consistió en la obtención de combinaciones lineales no correlacionadas entre sí y que explican cantidades cada vez menores de variación en los datos. Los componentes resumen la covariación entre las variables. Cuando no existen hipótesis sobre los componentes previo a la obtención de la información, el método CATPCA es un procedimiento adecuado de análisis.

El modelo del CATPCA se presenta por una matriz de datos  $H_{n \times m}$ , la cual consiste en los puntajes observados de  $n$  casos en  $m$  variables. Cada variable es denotada como la  $j$ -ésima columna de  $H$ ;  $h_j$  como un vector de  $n \times 1$ , con  $j = 1, 2, \dots, m$ . Como los indicadores  $h_j$  no tienen un escalamiento métrico (escalas paramétricas) y evidentemente se espera que la relación entre ellas no sea lineal (pues se estudia un fenómeno educativo que es muy cambiante, complejo y multifactorial), se aplica una transformación no lineal. El CATPCA entonces puede ser desarrollado minimizando la función de pérdida mínima cuadrática en la que la matriz de datos observados  $H_{n \times m}$  es reemplazada por otra matriz  $Q_{n \times m}$  que contiene las variables transformadas  $q_j = \varphi_j(h_j)$ .

La función de pérdida siguiente:  $L_2(Q, A, X) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \text{tr}(q_j a_j' - X)(q_j a_j' - X)$  es la que utiliza el CATPCA y está sujeta a un número de restricciones. Una de ellas está en que las variables transformadas son estandarizadas, a fin de que  $q_j' q_j = n$ . Esta restricción es necesaria para resolver la indeterminación entre  $q_j$  y  $a_j$  en el producto escalar  $q_j a_j'$ . Dicha normalización implica que  $q_j$  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  $X = 0$ , los puntajes de los objetos se limitan y se requiere que  $X'X = nI$ , donde  $I$  es la matriz idéntica y los puntajes de los objetos estén centrados, o sea, que  $I'X = 0$ , donde  $I$  representa el vector unidad.

Las anteriores restricciones significan que las columnas de las  $X$  (componentes) son z-scores ortonormales, o sea, su media es cero, su desviación típica es uno y no están correlacionadas. Para el caso de niveles o escalas

no lineales (nominal y ordinal),  $q_j = \varphi_j(h_j)$  denotan una transformación acorde con el nivel de medición seleccionado para la variable  $j$ . El método entonces que se emplea para minimizar la función de pérdida que utiliza el CATPCA ya mencionada anteriormente, es el de los mínimos cuadrados alternantes actualizando cíclicamente uno de los indicadores  $Q, A, X$ , mientras que los otros dos se mantienen constantes. Este proceso iterativo se continúa hasta que la mejora en los valores perdidos posteriores esté por debajo de algún valor pequeño especificado por el usuario.

Para todo el estudio cuantitativo anteriormente descrito, se utilizó la versión 22.0 del SPSS Statistics y se trabajó con una muestra de estudiantes seleccionada mediante un muestreo aleatorio estratificado por afijación proporcional. Esta estuvo compuesta por 145 (22,7%) estudiantes de segundo año de las ya mencionadas especialidades de perfil humanístico en el ISCED de Benguela.

Estratos	Tamaño de la población disponible	Proporción	Tamaño de la muestra	Por ciento
Psicología	102	$\frac{102}{640} \cdot 145 \approx 23,11$	23	29,13
Pedagogía	102	$\frac{102}{640} \cdot 145 \approx 23,11$	23	26,92
Educación Especial	98	$\frac{98}{640} \cdot 145 \approx 22,20$	22	18,18
Historia	132	$\frac{132}{640} \cdot 145 \approx 29,91$	30	21,06
Lingüística Portugués	90	$\frac{90}{640} \cdot 145 \approx 20,39$	20	18,18
Lingüística Inglés	68	$\frac{68}{640} \cdot 145 \approx 15,41$	16	19,12
Lingüística Francés	48	$\frac{48}{640} \cdot 145 \approx 10,88$	11	26,53
Total	640		145	22,66

Tabla 1. Procedimiento empleado para el muestreo aleatorio estratificado

Fuente: Elaboración propia

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra la simplificación de la información obtenida acerca de los 9 indicadores después de haber realizado el Escalamiento Likert por cada uno de los indicadores, atendiendo al análisis de las frecuencias absolutas y relativas con la intención de describir los conjuntos de datos y el cálculo de la mediana.

Indicador (variable)	Puntajes	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (porcentaje)	Mediana
1.1	Nunca	34	23,4	A veces
	Casi nunca	15	10,3	
	<b>A veces</b>	<b>51</b>	<b>35,2</b>	
	Casi siempre	32	22,1	
	Siempre	13	9,0	
1.2	Nunca	15	5,5	Casi siempre
	Casi nunca	13	4,8	
	<b>A veces</b>	<b>42</b>	<b>15,4</b>	
	<b>Casi siempre</b>	<b>66</b>	<b>24,3</b>	
	Siempre	9	3,3	
1.3	Nunca	11	7,6	A veces
	Casi nunca	21	14,5	
	<b>A veces</b>	<b>84</b>	<b>57,9</b>	
	Casi siempre	25	17,2	
	Siempre	4	2,8	
2.1	Nunca	26	17,9	A veces
	Casi nunca	26	17,9	
	<b>A veces</b>	<b>79</b>	<b>54,5</b>	
	Casi siempre	13	9,0	
	Siempre	1	0,7	
2.2	Nunca	1	0,7	A veces
	Casi nunca	11	7,6	
	<b>A veces</b>	<b>81</b>	<b>55,9</b>	
	Casi siempre	50	34,5	
	Siempre	2	1,4	
3.1	Nunca	1	0,7	Casi nunca

	<b>Casi nunca</b>	<b>93</b>	<b>64,1</b>	
	A veces	51	35,2	
3.2	<b>Casi nunca</b>	<b>47</b>	<b>32,4</b>	Casi nunca
	<b>A veces</b>	<b>92</b>	<b>63,4</b>	
	Casi siempre	6	4,1	
3.3	Nunca	1	0,7	Casi nunca
	<b>Casi nunca</b>	<b>72</b>	<b>49,7</b>	
	A veces	70	48,3	
	Casi siempre	2	1,4	
3.4	Nunca	2	1,4	Casi nunca
	<b>Casi nunca</b>	<b>73</b>	<b>50,3</b>	
	A veces	66	45,5	
	Casi siempre	4	2,8	

Tabla 2. Frecuencias observadas y relativas de la encuesta y prueba pedagógica utilizadas

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico univariado de la información obtenido también se determinó si estos resultados eran estadísticamente significativos. Para ello fue necesario emplear una prueba de hipótesis, la que más se ajusta a esta situación, en atención a la naturaleza de cada indicador y a las categorías que se establecieron para ser medido, es la Kolmogórov-Smirnov para una muestra.

$H_0$ : No hay diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias observadas en los puntajes declarados.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Existen diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias observadas en los puntajes declarados.

Región crítica:  $D > D_{1-\alpha}(n)$

$$D > D_{1-0,01}(145)$$

$$D > 0,135$$

Indicador (variable)	Estadístico de prueba	Decisión estadística
1.1	0,216	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,216 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
1.2	0,267	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,267 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
1.3	0,311	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,311 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
2.1	0,325	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,325 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
2.2	0,309	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,309 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
3.1	0,407	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,407 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
3.2	0,377	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,377 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
3.3	0,327	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,327 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.
3.4	0,322	Como D cae en la región crítica, puesto que $0,322 > 0,135$ , se rechaza la $H_0$ y se acepta la $H_1$ con un 99% de confiabilidad.

Tabla 3. Decisión tomada por la aplicación de la prueba de bondad de ajuste Kolmogórov-Smirnov para una muestra

Fuente: Elaboración propia

Los valores del coeficiente de dos mitades de Guttman entre las dos series de medidas en cada instrumento mencionado fueron los siguientes:

Estadísticas de fiabilidad del test de prueba pedagógica a estudiantes			
Alfa de Cronbach	Parte 1	Valor	0,390
		N de elementos	124
	Parte 2	Valor	0,409
		N de elementos	124
	N total de elementos		248
	Correlación entre formularios		0,519
Coeficiente de dos mitades de Guttman		0,682	

Estadísticas de fiabilidad del cuestionario de encuesta a estudiantes			
Alfa de Cronbach	Parte 1	Valor	0,196
		N de elementos	124
	Parte 2	Valor	0,283
		N de elementos	124
	N total de elementos		248
	Correlación entre formularios		0,653
Coeficiente de dos mitades de Guttman		0,790	

Sobre la base del resultado obtenido de aplicar el coeficiente de dos mitades de Guttman, el cual es de 0,682, se considera que la coherencia o fiabilidad de los resultados que ofrece el test de prueba pedagógica a estudiantes es aceptable.

Tabla 4a.

Sobre la base del resultado obtenido de aplicar el coeficiente de dos mitades de Guttman, el cual es de 0,790, se considera que la coherencia o fiabilidad de los resultados que ofrece el cuestionario de encuesta a estudiantes es bastante aceptable.

Tabla 4b.

Tablas 4a y 4b. Fiabilidad con el coeficiente de dos mitades de Guttman entre las dos series de medidas en cada instrumento de medición elaborado

Fuente: Elaboración propia

Para obtener un Análisis de Componentes Principales para Datos Categóricos (CATPCA) utilizando la versión 22.0 del SPSS Statistics se debe proceder de la manera siguiente:

Se requiere la opción Categorías.

1. Seleccione en los menús:  
Analizar > Reducción de dimensiones > Escalamiento óptimo...
2. Seleccione Alguna variable no es nominal múltiple.
3. Seleccione Un conjunto.
4. Pulse en Definir.
5. Seleccione al menos dos variables de análisis y especifique el número de dimensiones en la solución.
6. Pulse en Aceptar.

Los resultados de la aplicación de este Análisis se muestran en las tablas 5 y 6. En estas se puede observar que los valores del Alfa de Cronbach en las dos dimensiones están dentro de del rango de una fiabilidad aceptable para la aplicación del modelo CATPCA, por ende, la dimensión 1 al utilizar tanto la encuesta como la prueba pedagógica a los estudiantes de la muestra, explica el 22,56% de la variabilidad y lo indicadores que más peso tienen son el 2.1, 3.1 y el 3.2. En cuanto a la dimensión 2, ella explica el 17,56% de la variabilidad y lo indicadores que más peso tienen son el 1.2 y el 1.3.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza contabilizada para	
		Total (autovalor)	% de varianza
1	0,571	2,031	22,563
2	0,413	1,580	17,556
Total	0,813 <sup>a</sup>	3,611	40,118

a. Se utiliza el total de alfa de Cronbach en el autovalor total

Tabla 5. Resumen de la aplicación del modelo del CATPCA

Fuente: Elaboración propia

Indicadores	Dimensión	
	1	2
1.1	0,195	0,132
1.2	-0,289	<b>0,752</b>
1.3	-0,207	<b>0,815</b>
2.1	<b>0,672</b>	0,350
2.2	0,277	0,324
3.1	<b>0,681</b>	-0,069
3.2	<b>0,780</b>	0,195
3.3	0,419	0,015
3.4	0,302	-0,251
Normalización de principal de variable.		

Tabla 6. Saturaciones en componentes

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los criterios emitidos por los estudiantes de la muestra, tanto en las encuestas como en las pruebas pedagógicas, en la figura 1 se puede observar que la mayoría de los 145 estudiantes tienen opiniones o criterios similares sobre la percepción que tienen del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada en el ISCED de Benguela.

Los resultados anteriores evidencian que existen altas necesidades de realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada desde un enfoque más integral y desarrollador. Lo cual habla de una toma de conciencia por parte de los profesores que imparten la disciplina Estadística Aplicada acerca de cambios que deben llevar a cabo en el proceso de enseñanza-aprendizaje que dirigen como parte de su desarrollo profesional en el uso de enfoques más integrales y desarrolladores.

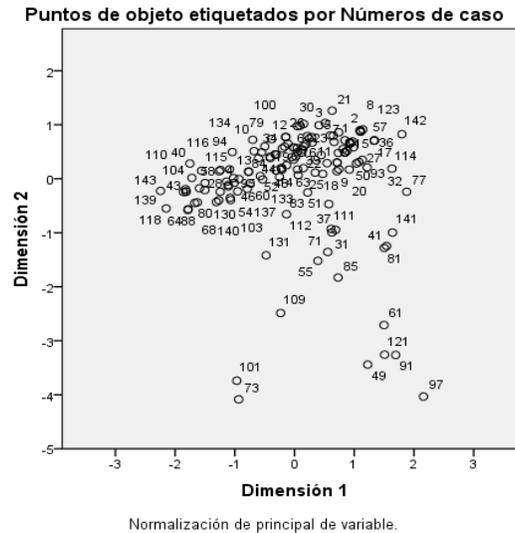


Figura 1. Gráfico de dos dimensiones  
Fuente: Elaboración propia

#### 4. CONCLUSIONES

El estudio realizado permitió detectar la existencia de inconsistencias en el estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina Estadística Aplicada en la formación de profesores de perfil humanístico en el ISCED de Benguela.

Con el CATPCA se pudo constatar que las mayores dificultades, según las opiniones y valoraciones de los estudiantes, se encuentran en la “Vinculación del contenido estadístico con el análisis de la información en el estudio de fenómenos educativos y su empleo para obtener y simplificar los datos y, para comunicar los resultados en las investigaciones de los estudiantes”, en el “Dominio del sistema de conocimientos estadísticos” y en la “Realización de las acciones en cada etapa con carácter sistémico de la formación estadística como nodo cognitivo”. Asimismo hay problemas con la “Apropiación (activa, reflexiva y regulada) del contenido estadístico” y con el “Establecimiento de relaciones significativas en el aprendizaje del contenido estadístico”.

**RECEIVED: DECEMBER, 2018**  
**REVISED: FEBRUARY, 2019**

#### REFERENCIAS

- [1] AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION (ASA). (1999): Revised draft of ASA guidelines-V. Ethical guidelines for statistical practice. Recuperado de <http://www.amstat.org/profession/index.cfm?fuseaction=ethicalstatistics>.
- [2] ASAMBLEA NACIONAL. (2016): Ley No. 17/16. Ley de Bases del Sistema de Educación y Enseñanza. Luanda. **Diario de la Republica 1ra Serie-No. 170, Artículo 44 inciso b.**
- [3] BISQUERRA, R. (1987): **Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa. Un enfoque informático con los paquetes BMDP y SPSS.** Editorial PPU, Barcelona.
- [4] BOUZA, C. Y SISTACHS V. (2010): **Estadística: teoría básica y ejercicios.** Editorial Félix Varela, La Habana.
- [5] CONSEJO DE MINISTROS. (2009): Decreto No. 07/09. Reorganización de la red de las instituciones de enseñanza superior públicas, creación de nuevas instituciones de enseñanza superior y redimensionamiento de la Universidad Agostinho Neto. Luanda. **Diario de la República**, 1ra serie-No. 87.
- [6] CONSEJO DE MINISTROS. (2009): Decreto No. 90/09. Normas generales reguladoras del subsistema de enseñanza superior. Luanda. **Diario de la República** 1ra serie-No. 237, Artículo 4 inciso b.
- [7] DE LEEUW, J. (2005): **Análisis Multivariado con Optimal Escala.** Departamento de Estadística. Universidad de California, California.

- [8] EGAÑA, E. (2010): **La Estadística. Herramienta fundamental en la investigación pedagógica**. Segunda edición corregida y aumentada. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- [9] HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. (2014): **Metodología de la investigación** (Sexta edición). Editorial McGraw-Hill, México.
- [10] MARTÍNEZ, R. (2008): **El análisis multivariante en la investigación científica**. Editorial La Muralla, S.A., Madrid.
- [11] MAYNTZ, R., HOLM, K. Y HÜBNER, P. (1985): **Introducción a los métodos de la sociología empírica**. Alianza Editorial, Madrid.
- [12] PAVLOVNA, N. (2016): **Métodos matemáticos aplicados a los estudios de la información**. Editorial Félix Varela, La Habana.
- [13] RAO, C. R. (1994): **Estadística y verdad**. Editorial PPU, Barcelona.
- [14] SIEGEL, S. Y CASTELLAN, N. J. (2015): **Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta** (4ta edición). Editorial Trillas, México.
- [15] TANUR, J. M. (1997): **La Estadística: una guía de lo desconocido**. Alianza Editorial Madrid.
- [16] TAPIA, J. E. (2007): **El Escalamiento óptimo con base en el Análisis de Componentes Principales, no lineales para la construcción de índice de condiciones de vida y socio-económicos. Aplicación en el ámbito nacional** (Proyecto de Ingeniero Mecánico). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [17] TEJEDOR, F. J. Y ETXEBERRIA, J. (2006). **Análisis inferencial de datos en educación**. Editorial La Muralla, S.A., Madrid.