



Formas creativas de presentar información estadística multivariada

Rodolfo Jiménez Céspedes
Instituto Tecnológico de Costa Rica
rodjimenez@tec.ac.cr

Resumen: Se propone una forma innovadora de presentar gráficamente información estadística multivariada, dado que los análisis de ese tipo se basan generalmente en tablas que llevan formas muy elaboradas y tediosas de interpretación y presentación de datos puntuales.

Palabras claves: Aprendizaje, Gráficos, Análisis Discriminante, Multivariado, Hipótesis.

Introducción

A raíz de un estudio titulado “*Análisis de los procesos de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios y su relación con dimensiones personales y contextuales*” realizado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede de San Carlos) del 2010 al 2012, y el cual abarcó algunos procesos de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios en el lugar mencionado, considerando para ello como variables relevantes las actitudes ante el aprendizaje, las estrategias de aprendizaje, los enfoques de aprendizaje y el autoconcepto. Además, se analizó a los estudiantes de acuerdo con la carrera de pertenencia, grupos de asociación y relaciones cruzadas entre ellos.

Aspectos referentes a los análisis de discusión

Dado que en este tipo de investigaciones es normal trabajar con muchas variables simultáneas y con una gran cantidad de datos (análisis multivariados), lo normal es asumir el reto de presentar la información de la forma más sintética y clara posible.

La idea aquí es evidenciar que, aunque las condiciones establecidas por los paquetes estadísticos ofrecen formas clásicas y elaboradas de muchas tablas de clasificación y otros datos procesados, siempre es bueno replantear formas alternativas que puedan brindar la información buscada de una forma simple y dinámica con respecto a las vías tradicionales.

Un viejo refrán chino reza que un dibujo dice más que mil palabras y en ese principio nos evocaremos para dar paso a dicha alternabilidad.

Una técnica de analizar datos multivariados luego de otros procesos estadísticos previos es la famosa técnica del análisis discriminante.

Hair, Anderson, Tathan y Black (1999) explican que el análisis discriminante es útil cuando se desea construir un modelo de pronóstico de pertenencia a un grupo dado apoyándose en características observadas de sujetos ya clasificados. El procedimiento proporciona una o varias funciones



discriminantes (dependiendo de la cantidad de grupos) y basándose en las combinaciones lineales de las variables dependientes que ofrecen la mayor discriminación entre los grupos construidos.

Este proceso permite no solo verificar diferencias entre perfiles multivariados de diferentes grupos que se contrastan, sino que también, establece dimensiones que sintetizan esas dimensiones (Gargallo, 2005).

Caso 1:

Un ejemplo concreto es si se quisiera verificar la siguiente hipótesis:

“Existirán diferencias en las estrategias, en las actitudes ante el aprendizaje, en los enfoques de aprendizaje, en el autoconcepto y en el rendimiento, de los estudiantes muestreados, dependiendo de su carrera de pertenencia”

Con un detallado análisis multivariado se puede demostrar que las estrategias, las actitudes, los enfoques y el autoconcepto presentaron en este caso alguna incidencia significativa según carrera de pertenencia.

Algunas de tablas de los datos contrastados para tal efecto, son las siguientes:

Diferencias en las estrategias de aprendizaje en función de la carrera de pertenencia a partir del perfil multivariado.

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 3	,650	166,048	75	,000
2 a la 3	,815	78,975	48	,003
3	,926	29,843	23	,154

Tabla 1. Lambda de Wilks

Dimensiones	Función		
	1	2	3
E20. Organización de la información	,373(*)	,315	-,082
E12. Planificación	,345(*)	-,086	,322
E14. Control del contexto	,317(*)	-,037	,287
E2. Motivación extrínseca	-,312(*)	,164	,034
E8. Estado físico anímico	,307(*)	,027	,069
E25. Transferencia y uso de la información	,230(*)	-,147	,183
E1. Motivación intrínseca	,095(*)	,045	,039
E16. Conocimiento de fuentes y búsqueda de información	-,010	,492(*)	,294
E22. Almacenamiento por simple repetición	,053	,354(*)	,150
E9. Ansiedad	-,263	,313(*)	,171
E23. Almacenamiento por memorización y uso de mnemotécnicas	,194	,299(*)	,086



E15. Interacción social y trabajo con compañeros	,003	-,096(*)	,001
E24. Manejo de recursos para utilizar eficazmente la información	,043	,039	,475(*)
E7. Inteligencia modificable	,188	,306	,453(*)
E10. Autoevaluación	,046	-,168	,450(*)
E17. Selección de información	-,038	-,178	,445(*)
E6. Autoeficacia y expectativas	,048	-,141	,331(*)
E11. Conocimiento de objetivos y criterios de evaluación	,076	-,123	,310(*)
E18. Elaboración de la información	,112	-,112	,308(*)
E3. Valor de la tarea	,078	,180	,301(*)
E21. Personalización y creatividad	,174	-,096	,284(*)
E13. Control y autorregulación	,074	-,036	,265(*)
E19. Adquisición de información	-,054	,152	,220(*)
E5. Atribuciones externas	,208	,135	-,214(*)
E4. Atribuciones internas	,124	-,019	,174(*)

Tabla 2. Matriz de estructura

Carrera a la cual pertenece	Función		
	1	2	3
Computación	-,526	-,155	,197
Agronomía	-,049	,448	-,238
Administración	,782	-,039	,241
Turismo	,208	-,850	-,626

Tabla 3. Funciones en los centroides de los grupos

La interpretación de la Tabla 1 (Lambda de Wilks) las funciones significativas (1 y 2) presentan carácter bipolar en todas las carreras excepto en la carrera de Ingeniería en Computación, en la cual ambos valores son negativos.

En la primera función, el polo positivo se vincula en orden de importancia con organización de la información, planificación, control de contexto, estado físico y anímico y con menos carga a transferencia y uso de la información, incluso y ya en forma leve con atribuciones externas.

Por su parte, el polo negativo se vincula en orden de importancia con motivación extrínseca y en menor escala con ansiedad, lo cual es un buen indicador de buen manejo de esas dos estrategias.

Con respecto a la segunda función, el polo positivo se asocia con conocimiento de fuentes y búsqueda de información, almacenamiento por memorización y uso de mnemotécnicas, y además con las estrategias inversas de almacenamiento por simple repetición, ansiedad, lo cual manifiesta menor uso de estas dos últimas variables. Es importante indicar la incidencia de algunas estrategias que aunque



sus valores no han sido clasificados como los más importantes, pues, evidencian un impacto importante en esta segunda función discriminante, se trata de organización de la información (0.315) e inteligencia modificable (0.306). Son valores para nada despreciables y que aportan información importante.

En cuanto al polo negativo se aprecia un solo elemento directo rescatable: interacción social y trabajo con compañeros, sin embargo, aparecen otros datos dignos de indicar tales como selección de información, autoevaluación y auto eficacia y expectativas, conocimiento de objetivos y criterios de evaluación y elaboración de la información; todos estos superiores que el que aparece señalado como negativo con un asterisco (ver la Tabla 2).

De la Tabla 3 “Funciones en los centroides de los grupos”, se tiene que los estudiantes de Administración de Empresas y los de Turismo (ambos con clasificación bipolar) se ubican positivamente con respecto a la primera función y en forma negativa con respecto a la segunda función (muy fuerte los de Turismo y mucho más débil los de Administración de Empresas). Ello significa principalmente un mal uso o mal aprovechamiento de las siguientes estrategias de aprendizaje: planificación, control de contexto y transferencia y uso de la información. Aparecen otras con la misma conducta bipolar pero su incidencia es de muy bajo impacto.

Los estudiantes de Ingeniería en Computación, se presentan negativamente en las dos funciones discriminantes. Principalmente, en motivación extrínseca y en menor escala con ansiedad (o sea, en ambos casos, hacen buen uso de ello) en la primera función. Por su parte, la segunda función se vincula en niveles bajos con transferencia y uso de la información, selección de información, autoevaluación, autoeficacia y expectativas, conocimiento de objetivos y criterios de evaluación con la estrategia de elaboración de la información.

Para el caso de los estudiantes de Ingeniería en Agronomía, también bipolares pero con polaridad invertida con respecto a los de Administración de Empresas y a los de Turismo, tienen una posición negativa muy débil en la primera función (-0.049) y positiva en la segunda (0.448), lo cual evidencia una apreciable intensidad principalmente en el poco uso de la estrategia de motivación extrínseca y de ansiedad. En conocimiento de fuentes y búsqueda de información si tienen mejor desempeño, por otra parte, presenta una deficiencia importante en organización de la información, planificación, control de contexto, estado físico y anímico y en transferencia y uso de la información, lo anterior valorando solo la influencia de la primera función.

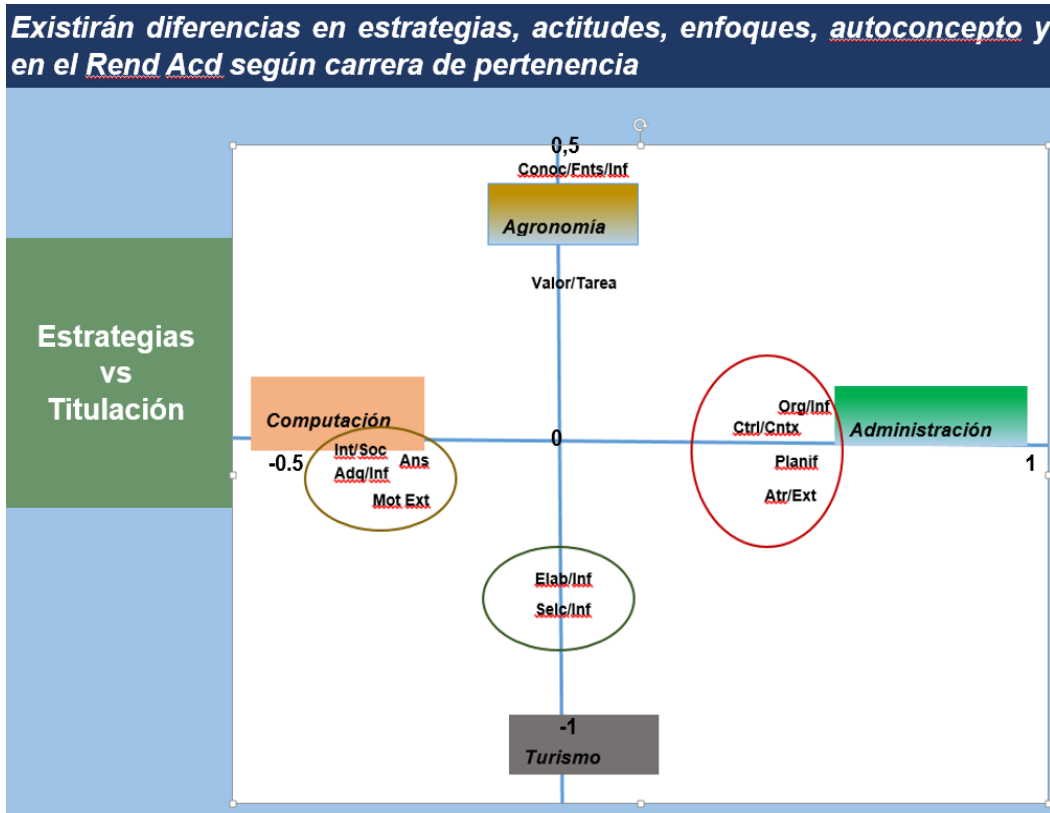
Para la segunda función, solo los estudiantes de Ingeniería en Agronomía están asociados con el polo positivo, indicando ello que los mismos hacen buen uso y mejor dominio de las siguientes estrategias ordenadas según la magnitud e incidencia: E16. Conocimiento de fuentes y búsqueda de información, E23. Almacenamiento por memorización y uso de mnemotécnicas, E20. Organización de la información, E7. Inteligencia modificable y en contraparte, menor empleo de estrategias tales como E22. Almacenamiento por simple repetición, E9. Ansiedad y E2. Motivación extrínseca.

Por otro lado, los relacionados con el polo negativo (los de Ingeniería en Computación, Administración de Empresas y los de Turismo) se asocian con las siguientes estrategias principalmente: E17. Selección de información, E10. Autoevaluación, E25. Transferencia y uso de la información, E6. Autoeficacia y expectativas, E11. Conocimiento de objetivos y criterios de evaluación y con E18. Elaboración de la información.

Con lo anterior se confirma la existencia de diferencias en las estrategias de aprendizaje dependiendo de la carrera de pertenencia.



Todo el discurso anterior se puede resumir creativamente con el siguiente dibujo:



Caso 2: Probando la siguiente hipótesis

Los estudiantes de diferente sexo tendrán diferencias significativas en sus estrategias de aprendizaje, actitudes, autoconcepto y enfoques, disponiendo de más y mejores las mujeres.

Las rutinas del procesador estadístico al momento de los análisis multivariados entre otras cosas, ofreció lo siguiente:

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,867	56,524	4	,000

Tabla 4. Lambda de Wilks

Se halló una función discriminante estadísticamente significativa que presenta un alto nivel de significación en la prueba Lambda de Wilks (0.000).



Estrategias contrastadas	Función
	1
E18. Elaboración de la información	,716
E20. Organización de la información	,631
E23. Almacenamiento por memorización y uso de mnemotécnicas	,604
E19. Adquisición de información (a)	,374
E24. Manejo de recursos para utilizar eficazmente la información (a)	,341
E16. Conocimiento de fuentes y búsqueda de información (a)	,339
E13. Control y autorregulación (a)	,321
E15. Interacción social y trabajo con compañeros (a)	,266
E14. Control del contexto (a)	,266
E3. Valor de la tarea (a)	,228
E12. Planificación (a)	,217
E25. Transferencia y uso de la información (a)	,192
E4. Atribuciones internas (a)	,189
E17. Selección de información (a)	,185
E11. Conocimiento de objetivos y criterios de evaluación (a)	,175
E1. Motivación intrínseca (a)	,174
E22. Almacenamiento por simple repetición (a)	,140
E6. Autoeficacia y expectativas (a)	,138
E10. Autoevaluación (a)	,100
E2. Motivación extrínseca (a)	,076
E9. Ansiedad (a)	,071
E8. Estado físico anímico (a)	,070
E7. Inteligencia modificable (a)	,033
E5. Atribuciones externas (a)	,009
E21. Personalización y creatividad	-,002

Tabla 5. Matriz de estructura

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas. Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función. **(a)** Esta variable no se emplea en el análisis.

Género	Función
	1
Hombre	-,260
Mujer	,587

Tabla 6. Funciones en los centroides de los grupos

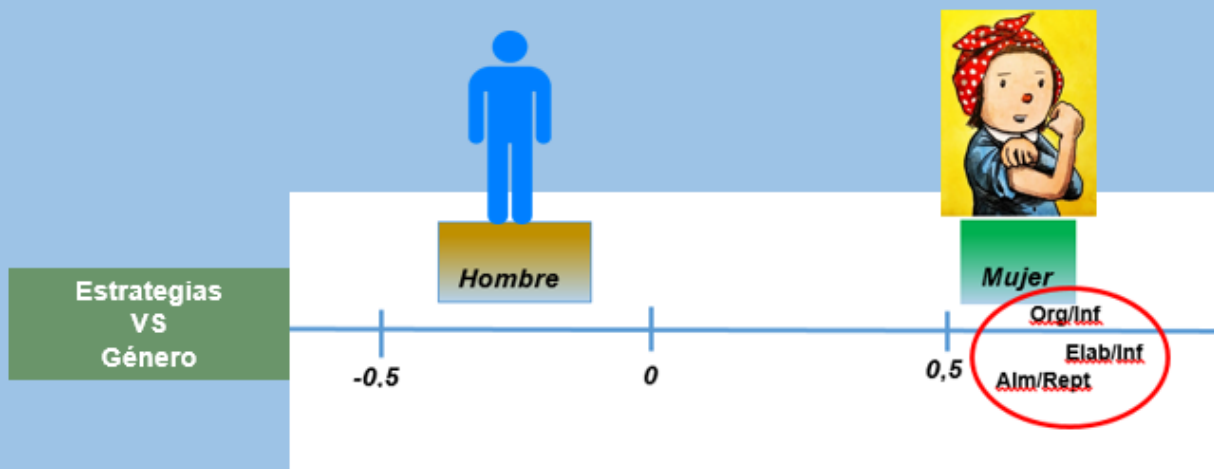


Analizando los centroides de los grupos por género (Tabla 6) se nota cómo los hombres se asocian negativamente a la función en forma mediana, mientras que las mujeres tienen una asociación positiva bastante fuerte. Se puede afirmar entonces que los hombres se manejan mal en lo referente a la estrategia de personalización y creatividad, casi esa asociación es despreciable dada la poca intensidad del coeficiente negativo dentro de la matriz de estructura (-0.002) el cual perfectamente podría ni siquiera mencionarse. Las mujeres, tienen un comportamiento muy importante en las estrategias E18. Elaboración de la información, E20. Organización de la información, E23. Almacenamiento por memorización y uso de mnemotécnicas. De las otras estrategias se dice al pie de la Tabla 6., que no han sido consideradas para el análisis.

Se concluye que efectivamente “los estudiantes de diferente sexo tendrán diferencias significativas en sus estrategias de aprendizaje, disponiendo de más y mejores estrategias las mujeres”. Las mujeres superan a los hombres en manejo de estrategias de aprendizaje.

Lo anterior se resume también con la siguiente representación gráfica:

Los estudiantes de diferente sexo tendrán diferencias significativas en sus estrategias de aprendizaje, actitudes, autoconcepto y enfoques, disponiendo de más y mejores las mujeres



Las mujeres superan a los hombres en manejo de estrategias de aprendizaje.

Gargallo (2005) y Jiménez Céspedes (2008) habían encontrado los mismos hallazgos y por ende la misma conclusión



Conclusiones

Con el propósito de proponer alternativas de presentación de la información se han utilizado solo dos ejemplos ilustrativos, sin embargo, se pueden ofrecer varios casos adicionales.

Lo que se espera con esto es apelar a la creatividad e innovación, sabiendo que exponer resultados estadísticos puede ser un proceso algo elaborado y hasta tedioso, pero también pueden darse representaciones gráficas amenas que con un simple gráfico dibujado con la barra de dibujos de algún editor de textos o programa tipo "Paint".

La idea medular es apoyarse en gráficos simples sobre los cuales se puede plasmar mucha información y dar lugar a discursos más dinámicos y bien fundamentados.

Referencias bibliográficas

- Gargallo, B. (Dir.) (2005). *Procesos de enseñanza y aprendizaje en la Universidad. Análisis de la incidencia de variables fundamentales en el modo en que los estudiantes afrontan el aprendizaje*. Universidad de Valencia: Informe de Investigación no publicado (por cortesía del autor).
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall.
- Jiménez Céspedes, R. (2008). *Aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, según sus estrategias y actitudes ante el estudio*. Proyecto de Investigación en el Doctorado en Intervención Educativa por Universidad de Valencia e Instituto Tecnológico de Costa Rica. Informe de Investigación no publicado.
- Jiménez Céspedes, R. (2015). *Análisis de los procesos de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios y su relación con dimensiones personales y contextuales*. (Tesis de Doctorado, Universidad de Valencia, España). Recuperado de <http://roderic.uv.es/handle/10550/50924>