

# IDENTIFICACIÓN DE PATRONES NO ALEATORIOS EN LAS PRUEBAS DE SELECCIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**Felipe Pachano Azuaje**  
pachano@ula.ve  
Universidad de Los Andes  
Mérida, Venezuela.

Fecha de recepción 13-01-05  
Fecha de aceptación 03-03-05



## Resumen

En este trabajo se propone una estrategia para verificar si la distribución de las alternativas correctas de las pruebas de selección de la Universidad de Los Andes sigue un patrón aleatorio. Dicha estrategia se basa en aplicar un conjunto de ensayos estadísticos sobre las plantillas de respuestas correctas antes de que cada prueba de selección sea aplicada. Para verificar la calidad de la estrategia, ésta se aplica sobre cinco plantillas de respuestas de pruebas ya realizadas; así como en plantillas simuladas pseudo-aleatorias y no aleatorias. Los resultados muestran, por un lado, que la estrategia es válida y conveniente; por otro lado, muestran que no todas las pruebas que realiza la Universidad de Los Andes satisfacen los criterios de aleatoriedad.

**Palabras clave:** imagen institucional, análisis de patrones, prueba chi-cuadrado, pruebas de admisión.

## Abstract

IDENTIFICATION OF NON-RANDOM PATTERNS IN THE ADMISSION EXAMS IN THE UNIVERSITY OF LOS ANDES.

*This article proposes a strategy for verifying the randomness of the distribution of right choices in the Admission Tests of Universidad de Los Andes. This strategy is based on applying a set of statistic tests over the right answers sheet before each admission test is applied. For verifying the quality of this strategy, it is applied over five answers sheets of tests that were recently applied, as well as in simulated pseudo-random and random tests. Results show, on one hand, that the strategy is valid and convenient, on the other hand, that some of the admission tests in Universidad de Los Andes do not satisfy randomness criteria.*

**Key words:** Institutional Image, Pattern Analysis, Chi-square Tests, Admission Tests.



Tras la denuncia introducida por el representante de un aspirante a hacer estudios en la Facultad de Ingeniería, se precisó la necesidad de contar con una estrategia que permita evitar Patrones No Aleatorios (PNA) en las planillas de respuestas correctas de las distintas pruebas de selección (Newman, 2003). Dicha denuncia indicaba la presencia de un PNA muy específico y sencillo: todas *B* hasta la pregunta nueve; y pares: *A*, impares: *B* de la diez en adelante. Posteriormente se verificó que dicho PNA se correspondía al diseño de esa prueba y que quien lo utilizara obtendría una calificación que le garantizaría el cupo en esa Facultad (Pachano, 2004<sup>a</sup>).

Evitar los PNA es de vital importancia en el diseño de pruebas de selección múltiple, como las utilizadas en la Universidad de Los Andes. Es evidente que si las respuestas muestran un PNA sencillo, se corre el riesgo de que los evaluados lo identifiquen, lo usen, y se pierdan los objetivos de la evaluación. Además, no se debe descartar la posibilidad de que quien diseñe una prueba introduzca intencionalmente PNA sencillos con fines ilegítimos y hasta fraudulentos.

Los PNA pueden ser el producto de un diseño intencionalmente sesgado, de la falta de formación del diseñador en asuntos de evaluación, o de simple casualidad. En este trabajo se propone una estrategia que permita evitar que las pruebas que se apliquen contengan PNA sencillos, independientemente del origen de los mismos. La estrategia consiste en la aplicación de una serie de ensayos estadísticos sobre las planillas de respuestas correctas de un diseño de examen. Si dicho examen pasa todos los ensayos, se tendrá confianza de que el instrumento de evaluación está bien diseñado desde el punto de vista de la aleatoriedad. En la sección de Consideraciones Metodológicas se describe cada prueba y se muestran los basamentos conceptuales de cada una de ellas.

La confianza que se tiene en la estrategia planteada nace del hecho de que la misma fue sometida a un proceso de validación. Dicha validación consistió en aplicarla a cinco pruebas reales: tres pruebas diseñadas completamente por la Oficina de Admisión Estudiantil (OFAE), y dos pruebas no diseñadas completamente por OFAE; así como a varios casos simulados: dos patrones pseudo-aleatorios generados con Excel y varios PNA sencillos. Es bueno

aclarar que OFAE diseña las pruebas de todas las Facultades de la Universidad de Los Andes, excepto las de la Facultad de Ingeniería. La mayor parte de las preguntas incluidas en el diseño de las pruebas de la Facultad de Ingeniería son hechas sin la intervención de OFAE. En la sección de Resultados se describe la aplicación de la estrategia planteada a cada uno de estos escenarios.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## Objetivos y Metodología

El objetivo general de este trabajo es el de proponerle a la Universidad de Los Andes una estrategia para verificar que los diseños de pruebas cumplen con el atributo de aleatoriedad en la distribución de las opciones correctas en las plantillas de respuestas. Se plantean así mismo los siguientes objetivos específicos:

- 1) Indagar en la bibliografía sobre métodos estadísticos para medir la aleatoriedad.
- 2) Proponer indicadores pertinentes a las pruebas de selección desarrolladas en la Universidad de Los Andes.
- 3) Evaluar la pertinencia de esos indicadores usando datos reales y simulados.
- 4) Evaluar pruebas ya realizadas a la luz de estos indicadores.

Los objetivos planteados representan a su vez una guía metodológica. Basta agregar que no se consideró necesario revisar pruebas de todas las Facultades para satisfacer el cuarto objetivo. Por el contrario, se tomaron como muestra tres pruebas diseñadas íntegramente por OFAE y dos pruebas diseñadas fundamentalmente por otra dependencia (Facultad de Ingeniería).

También es oportuno indicar que el tipo de análisis estadístico que se efectúa pertenece básicamente a la clase de Análisis Categóricos. Específicamente, se utilizan Pruebas de Bondad de Ajuste y Análisis de Tablas de Contingencia. En consecuencia, se utiliza en esencia la prueba chi-cuadrado como criterio de decisión.

## Ensayos para medir aleatoriedad

Sinclair propone un conjunto de ensayos para medir aleatoriedad de secuencias de dígitos que se basa en pruebas chi-cuadrado. Estos ensayos son entre otros: Prueba de Frecuencia Simple, Prueba de Frecuencia de Pares, y Prueba de Intervalo. La Prueba de Frecuencia Simple consiste en verificar que cada opción (dígito) tiene la misma probabilidad de ocurrencia. La Prueba de Frecuencia de

Pares verifica que cada par de secuencias de opciones tiene la misma probabilidad de ocurrencia. La Prueba de Intervalo verifica que el número de ensayos necesarios para que una opción se repita siga una ley de probabilidad geométrica.

Estos tres tipos de ensayos son aplicables a las pruebas de la Universidad de Los Andes. Nuestras pruebas de admisión contienen aproximadamente 60 preguntas que valen uno, dos o tres puntos cada una. Se puede realizar sin inconveniente el ensayo correspondiente a frecuencia simple. El análisis de secuencias dobles también es aplicable, pero se debe tener el siguiente cuidado. Existen 16 maneras de formar pares con las letras *A, B, C* y *D* en un muestreo con reposición. En consecuencia, si hay 60 preguntas cada par debe aparecer aproximadamente 60/16 veces, es decir, un número esperado inferior a cuatro. Al realizar pruebas chi-cuadrado se recomienda que las celdas tengan al menos cinco observaciones para evitar inestabilidad en los resultados. En este trabajo, se consideraron celdas con al menos cuatro observaciones. Esto quiere decir que para el caso de la Prueba de Frecuencia de Pares que tiene 16 posibles combinaciones (celdas), se consideran independientemente las celdas con cuatro o más observaciones y se agregan las demás en una categoría denominada "Otras."

Una consideración semejante se tiene que hacer con la Prueba de Intervalo. En este caso, se decidió analizar la opción con mayor frecuencia simple, garantizando así suficientes datos para el análisis. Aquí se plantea la hipótesis de que el número necesario de ensayos para que vuelva a salir la letra más frecuente se distribuye geoméricamente con parámetro 0,25. Puede ocurrir que el número de observaciones por celda (número de ensayos observados) sea menor que cuatro y en consecuencia algunos datos deben agregarse racionalmente.

Sinclair menciona otros ensayos que no son aplicables sobre el tipo de pruebas utilizado en la Universidad de Los Andes. Por ejemplo, la Prueba de Permutación, una extensión de la Prueba de Frecuencia de Pares para secuencias de  $k > 2$  elementos, requiere de más celdas que el número de datos disponibles.

Ahora bien, la experiencia alcanzada con el Análisis de Patrones hecho sobre la Prueba de la Facultad de Ingeniería 2003 muestra la conveniencia de realizar dos Análisis de Tablas de Contingencia. El primero, examina la independencia entre la puntuación de las preguntas (entre uno y tres puntos) y las opciones correctas. El segundo, evalúa la independencia entre las opciones correctas y la condición de preguntas pares o impares.



Otra par de pruebas que se incorporan se relacionan con la distribución de los puntos. Si la prueba es diseñada respetando la aleatoriedad, entonces el promedio de puntos asignado a cada opción debe ser aproximadamente el mismo. Para verificar la hipótesis de igualdad de promedios se realiza una prueba *t* que compara el mayor promedio observado con el menor y determina si la diferencia es significativa. Adicionalmente, los puntos globales asignados a cada opción deben estar alrededor de los 25 puntos. Se realiza entonces la prueba chi-cuadrado del caso.

En resumen, se plantea realizar la siguiente batería de ensayos:

- (1) Prueba de Frecuencia Simple
- (2) Prueba de Frecuencia de Pares
- (3) Comparación de Promedio de Puntos Asignados a cada Opción.
- (4) Prueba de Asignación de Puntos por Opción.
- (5) Contingencia entre Opción Correcta y Números Pares.
- (6) Prueba de Intervalo.

## Resultados

En esta sección se muestran e interpretan los resultados obtenidos al aplicar los seis ensayos a los escenarios planteados: tres pruebas diseñadas por OFAE correspondientes a los procesos de admisión del 2003 para la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, la Facultad de Medicina, y la Facultad de Odontología; dos pruebas no diseñadas por OFAE correspondientes a los procesos de admisión de la Facultad de Ingeniería en los años 2002 y 2003; y cuatro casos simulados.

### Resumen de resultados en pruebas ya realizadas

La Tabla 1 resume la aplicación de los ensayos a las Pruebas de Selección que se examinaron. En el cuerpo de la misma se observan los niveles de significación alcanzados. Es decir, en cada caso se plantea la hipótesis nula de que la configuración de las pruebas sigue un patrón aleatorio. Si el nivel de significación alcanzado (valor-*p*) en cualquier ensayo es inferior al 5% (nivel de significación de referencia), se concluye que la prueba no pasa el ensayo (se resaltan en la tabla los valores-*p* que no alcanzaron el 5% de referencia). Basta con que una prueba muestre evidencias de no satisfacer uno de los ensayos para concluir que existen evidencias de un Patrón No Aleatorio (PNA).



ENSAYO	FACES 2003	MED 2003	ODONTO 2003	ING 2002	ING 2003
Simple	0,859	0,506	0,954	3,52E-05	2,60E-04
Pares	0,986	0,865	0,870	3,29E-07	1,66E-05
Promedio de Puntos	0,193	0,204	0,074	1,61E-03	6,98E-05
Total de Puntos	0,572	0,218	0,686	5,56E-11	5,20E-10
Par - Opción	0,236	0,372	0,286	8,32E-04	8,28E-04
Intervalo	0,837	0,208	0,683	1,95E-07	4,93E-05
Evaluación Global	Pasa	Pasa	Pasa	No Pasa	No Pasa

**Tabla 1.** Niveles de significación alcanzados para los distintos ensayos en pruebas recientes

De la Tabla 1 se observa que no existen evidencias de falta de aleatoriedad en las pruebas diseñadas por OFAE (FACES, Medicina y Odontología) correspondientes a los Procesos de Admisión del año 2003. Por otro lado, se demuestra con escasísimo margen de error la existencia de PNA en las dos pruebas cuyo diseño es responsabilidad fundamental de la Facultad de Ingeniería (Procesos 2002 y 2003).

La Tabla 1 se deriva de la aplicación de los ensayos a cada uno de los escenarios. A continuación se ilustra como se obtuvieron estos resultados mediante la descripción de los análisis hechos en uno de estos escenarios: el proceso 2002 de la Facultad de Ingeniería. Se seleccionó esta prueba porque es la que tiene elementos más interesantes para el análisis y la que muestra de mejor manera la eficiencia de la estrategia planteada.

La Prueba de Selección de la Facultad de Ingeniería 2002 tiene como particularidad el hecho de poseer 56 preguntas que equivalen a 93 puntos de calificación. Al indagar en OFAE sobre esta situación se argumentó que en la prueba se eliminaron cuatro preguntas por distintas razones (preguntas mal elaboradas, inconsistentes, o con múltiples respuestas correctas). Estas preguntas valían siete puntos que fueron agregados a la puntuación de todos los aspirantes, para permitir calificaciones hasta 100 puntos.

### Ensayo de Frecuencia Simple

La Tabla 2 muestra la distribución de opciones correctas en la planilla de respuestas de la Prueba de Selección del 2002 en la Facultad de Ingeniería. De las 56 preguntas, más de la mitad tienen como respuesta correcta A y 75% tienen A o B. La prueba chi-cuadrado arroja una significación de 3,52E-05 que determina que debe rechazarse la hipótesis de distribución aleatoria de las respuestas correctas. Nótese que la alta frecuencia de la letra A sugiere un PNA sencillo con sólo esta letra.

OPCIÓN CORRECTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
A	29	51,8%
B	13	23,2%
C	8	14,3%
D	6	10,7%

**Tabla 2.** Distribución de opciones correctas en planilla de respuestas de la prueba de selección Facultad de Ingeniería 2002

### Ensayo de Frecuencia de Pares

La Tabla 3 muestra la forma como las 55 secuencias de dos letras se distribuyen en las 16 combinaciones de pares de letras. Si la distribución de estas combinaciones es aleatoria, se espera que en cada celda haya aproximadamente  $55/16 = 3,4375$  observaciones por celda. Para hacer el análisis, se combinan todas las celdas con frecuencia menor que 4, quedando entonces 7 celdas activas. La prueba chi-cuadrado arroja entonces una significación de 3,2904E-07 que determina que debe rechazarse la hipótesis de distribución aleatoria de las combinaciones de pares. Nótese que 30 de las 55 parejas sólo combinan las letras A y B. Esto sugiere la posibilidad de que se haya utilizado un PNA sencillo que alterne estas dos letras.

COMBINACIÓN	FRECUENCIA
AB	12
AA	9
BA	9
CA	5
DA	5
AD	4
AC	3
BC	2
CC	2
BB	1
BD	1
CD	1
DC	1
CB	0
DB	0
DD	0

**Tabla 3.** Distribución de Secuencia de Pares en la Prueba de Selección Facultad de Ingeniería 2002



### Ensayo de comparación de promedio de puntos asignados a cada opción

La Tabla 4 contiene el promedio de puntos asociados a cada letra, así como la frecuencia con la cual aparece cada una, y el total de puntos que corresponden. Al realizar una prueba t para comparar el promedio de puntos asignado a la letra A (promedio más alto) con la letra C (promedio más bajo) se encontró una significación de  $1,61E-03$  que determina que debe rechazarse la hipótesis de distribución aleatoria de la asignación de puntos por letra. Se destaca que la letra A tiende a tener una valoración alta, contrario a la letra C.

LETRA	PROMEDIO	FRECUENCIA	PUNTUACIÓN
A	1,8276	29	53
B	1,5385	13	20
C	1,2500	8	10
D	1,6667	6	10

**Tabla 4.** Comparación de promedios de puntos asignados por opción en la prueba de selección Facultad de Ingeniería 2002

### Ensayo de asignación de puntos por opción

La Tabla 4 muestra como los 93 puntos de la prueba se distribuyeron entre las cuatro opciones (los siete puntos faltantes se sumaron a la puntuación de cada aspirante). Se nota una concentración de puntos en la pregunta A que evidencia que si un aspirante contesta con el PNA simple de “todas A,” obtiene una calificación de  $53+7=60$  puntos. La prueba chi-cuadrado señala con un contundente  $5,56E-11$  que la asignación de puntos no sigue un patrón aleatorio.

### Contingencia entre opción correcta y números pares

La Tabla 5 muestra la contingencia entre la opción correcta y la condición par/non. A simple vista, se nota que la opción A es preferentemente par (22 de 29), mientras que el resto es principalmente non (21 de 27). Una significación alcanzada de  $8,32E-04$  determina que existe una asociación entre la opción correcta y los números pares e impares.

LETRA	NON	PAR	TOTAL
A	7	22	29
B	11	2	13
C	6	2	8
D	4	2	6
TOTAL	28	28	56

**Tabla 5.** Contingencia entre opción correcta y números pares en la prueba de selección. Facultad de Ingeniería 2002

### Ensayo de intervalo

La Tabla 6 muestra los datos para la Prueba de Bondad de Ajuste del número de ocurrencias necesarias para que aparezca nuevamente una A. Se seleccionó esta letra porque tiene la mayor frecuencia simple entre las cuatro opciones. Si la selección es aleatoria, la distribución del número de ocurrencias necesarias para que se repita una letra se distribuye geométrica con parámetro 0,25. De allí se deriva la frecuencia esperada que aparece en la tabla. Se nota una frecuencia observada mucho más alta que lo esperado para dos ocurrencias. Lo que sugiere un PNA que alterna la letra A con otra opción. Un valor-p de  $1,88E-07$  ratifica que la hipótesis de intervalos aleatorios entre las ocurrencias de las letras debe ser descartada.

INTERVALO	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA ESPERADA
1	10	7,5
2	15	5,625
>2	4	16,875

**Tabla 6.** Ensayo de intervalo para la letra A en la prueba de selección Facultad de Ingeniería 2002

### Posibles PNA simples en la prueba de selección de la Facultad de Ingeniería 2002

La Tabla 7 contiene las opciones correctas de las 56 preguntas de la Prueba de Selección de la Facultad de Ingeniería 2002 con sus respectivas puntuaciones. La misma se muestra como referencia para el lector.



En función de las observaciones hechas con los análisis anteriores, se pueden proponer los siguientes PNA simples relacionados con esta prueba.

1. Todas A. Le asegura al aspirante  $53+7=60$  puntos.
2. Primeras nueve: todo B; resto: pares A, nones B. Le asegura al aspirante  $62+7=69$  puntos.
3. Primeras nueve: pares B, nones A; resto: pares A, nones B. Le asegura al aspirante  $65+7=72$  puntos.

### Análisis con datos simulados

Para evaluar la eficiencia de la estrategia planteada se consideró necesario evaluar con casos hipotéticos de patrones pseudo-aleatorios y PNA simples. En relación con PNA simples del tipo ABCDABCD..., AAACCCBBBDDD..., etcétera, se encontró que la estrategia funciona sin problemas. Se plantearon dos PNA no tan simples para evaluar la estrategia, uno de ellos es denominado Patrón Fibonacci, y el otro, Patrón X. Además, se consideraron dos patrones pseudo-aleatorios generados con Excel.

El Patrón de Fibonacci se genera así: se hace una asociación entre las letras A, B, C y D con los números 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Se seleccionan arbitrariamente dos números (semillas) y se colocan como los dos primeros de la secuencia. Para los siguientes elementos de la secuencia se hace la suma de los dos elementos anteriores. Si el resultado es mayor que cinco, se le resta cuatro, de manera que el resultado siempre es un número entre uno y cuatro. Este valor es el siguiente elemento de la lista. Para el caso particular que se analiza en este informe, se utilizó la semilla 2-1 (B-A) dando la secuencia BACDCCBA...

El patrón X se construye pensando en todas las posibles permutaciones de las cuatro letras en un orden estándar. Este orden es ABCD, ABDC, ACBD, ACDB, ..., DCBA. Los conceptos de permutación y de orden estándar forman parte de la Teoría Combinatoria que se estudia en Educación Media y Diversificada. No es imprescindible comenzar con ABCD, sino que cualquier otra combinación puede servir de semilla, generando así 24 alternativas de Patrones X.

La Tabla 8 resume las significaciones alcanzadas de estas pruebas simuladas en los cuatro ensayos aplicables. Los ensayos 3 y 4 fueron descartados ya que no se consideró aquí el impacto de los puntos por pregunta. Se observa que el Patrón Fibonacci no pasa ninguno de los criterios. El Patrón X genera una distribución perfecta en relación con las frecuencias simples y pasa los ensayos de frecuencia de pares y contingencia entre opción correcta y pares/nones. Sin embargo, ésta falla en el ensayo de intervalo. Entre las pruebas con generación pseudo-aleatoria se observa que hay una que pasa y otra que no.

Pregunta	Opción Correcta	Puntos	Pregunta	Opción Correcta	Puntos
1	A	3	29	A	2
2	B	2	30	A	2
3	C	2	31	A	1
4	D	2	32	A	2
5	A	1	33	B	2
6	B	1	34	A	2
7	B	1	35	B	2
8	D	2	36	A	1
9	C	1	37	B	1
10	A	1	38	A	2
11	D	1	39	C	1
12	A	2	40	A	2
13	B	2	41	A	1
14	C	1	42	C	1
15	C	1	43	C	2
16	A	2	44	A	2
17	D	2	45	B	2
18	A	1	46	A	2
19	A	1	47	B	1
20	A	2	48	A	3
21	D	2	49	B	1
22	A	2	50	A	3
23	B	1	51	D	1
24	A	3	52	A	1
25	B	3	53	C	1
26	A	2	54	A	2
27	B	1	55	A	2
28	A	1	56	A	2

Tabla 7. Opciones correctas y puntuación por pregunta en la prueba de selección Facultad de Ingeniería 2002

ENSAYO	FIBONACCI	PATRÓN X	PSEUDO1	PSEUDO2
Simple	4,98E-04	1	0,084	0,56
Pares	2,00E-13	0,22	0,0056	0,80
Par -	3,9803E-07	0,45	0,86	0,90
Opción				
Intervalo	0,021	1,71E-13	5,91E-04	0,057
Evaluación Global	No Pasa	No Pasa	No Pasa	Pasa

Tabla 8. Niveles de significación alcanzados para pruebas simuladas

## Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se propone una estrategia para evaluar la aleatoriedad de distintas Pruebas de Selección que se hacen en la Universidad de Los Andes. La estrategia consiste en verificar que los diseños de plantilla de respuestas correctas aprueben los seis ensayos propuestos.

La estrategia planteada probó su pertinencia y eficiencia en un conjunto de escenarios. No se pretende asegurar que sea imposible conseguir un patrón no aleatorio simple que no sea detectado por este mecanismo. Lo que sí está claro es que hasta ahora dicho patrón no ha sido descubierto.

Se recomienda que la estrategia aquí planteada se incorpore como Módulo de Validación de Aleatoriedad dentro de un Sistema Automatizado de Generación de Pruebas de Selección. Es bueno mencionar que dicho sistema ya se está desarrollando como tesis en Ingeniería de Sistemas bajo la tutoría del profesor Domingo Hernández. Entre otras cosas, este programa va a determinar las plantillas de respuestas correctas con un esquema pseudo-aleatorio. Como se ilustró con un ejemplo, no siempre esas plantillas satisfacen los criterios de aleatoriedad. Por lo tanto, se recomienda generar propuestas de plantillas de respuestas repetidamente, hasta que la misma satisfaga los criterios aquí esbozados. Por otro lado, antes de que el Sistema Automatizado se implemente, se recomienda que las pruebas diseñadas pasen por estos filtros.



Es satisfactorio saber que las pruebas que diseña OFAE cumplen con los requerimientos de aleatoriedad. Por otro lado, es una contrariedad que las únicas plantillas no diseñadas por OFAE en su integridad, las de la Facultad de Ingeniería, muestren recurrentemente claros patrones no aleatorios de configuración simple y fácilmente comunicables. Se recomienda que la OFAE tenga la atribución exclusiva de generar las plantillas de respuestas y que se suspenda la concesión a la Facultad de Ingeniería por falta de transparencia en sus procesos de admisión. Así mismo, se recomienda que se realice una investigación a fondo para evaluar la hipótesis de fraude en la administración de la prueba en esa Facultad. ©

## Bibliografía

- Dodge, M. and Stinson, C. (2002). *Microsoft Excel Versión 2002. Running +*, McGraw-Hill.
- Ferrán, M. (2001). *SPSS para Windows. Análisis Estadístico*, McGraw-Hill.
- Moreno, María. (1995). *Didáctica: Fundamentación y Práctica*. México: Editorial Progreso.
- Newman, Rodolfo. (2003). *Carta de denuncia ante el Consejo de la Facultad de Ingeniería*. Archivos de la Facultad de Ingeniería.
- Pachano, F. y Padilla, D. (2004). *Análisis Estadísticos sobre el Patrón de Respuestas de la Prueba de Selección 2003 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes*, Archivos de la Facultad de Ingeniería.
- Pachano, Felipe. (2004). *Análisis de las Estadísticas del Proceso de Corrección de la Prueba de Selección 2003 de la Facultad de Ingeniería*, Archivos de la Facultad de Ingeniería.
- Peña, Daniel. (2002). *Análisis de Datos Multivariantes*, McGraw-Hill.
- Sinclair, Bart. (2004). *How Random is Random()*. Página web: [www.owl.net.rice.edu/~elec428/](http://www.owl.net.rice.edu/~elec428/) Consultado en abril 2004.
- Wackerly, D. et al. (2002). *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Thompson.