

Duración real de las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán

Ana S. PAZ¹ y Ana M. SFER²

¹ Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. Tucumán. Argentina.

² Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática, Cátedra de Probabilidades y Estadística. Tucumán. Argentina.

Resumen

Cuando de ciencias duras se trata, la duración de las carreras es un tema que siempre resulta de interés. Este tema suele estar bajo análisis, debido a que generalmente un alumno promedio presenta una duración real de la carrera mayor a la indicada por el plan de estudio. En este trabajo se propone cuantificar la duración real de todas las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), de la Universidad Nacional de Tucumán, considerando que es necesario conocer la realidad en la que está posicionada la unidad académica, para así poder tomar acciones que mejoren sus indicadores.

Con base en el estudio de 19 carreras cursadas por los 1755 egresados de la FACET que ingresaron a la institución a partir del año 2000, pudo determinarse que la duración media de cada carrera es, cuando menos, 1.5 veces la duración según plan de estudio. Hay carreras con alumnos cuyo cursado se extiende hasta 6 veces el tiempo planificado. Además, debido al comportamiento sumamente diferenciado entre todas las carreras, únicamente el grupo de las licenciaturas agregadas con Diseño de Iluminación admiten un análisis conjunto.

Palabras clave: índice, duración real, egresados.

Actual duration of the careers of the Faculty of Exact Sciences and Technology of the National University of Tucumán

Abstract

In the careers of hard sciences, the duration of them is always a topic of interest. This subject is usually under analysis, because generally an average student presents a real duration of the career greater than that indicated by the study plan. In this work, it is proposed to quantify the real duration of all the careers of the Faculty of Exact Sciences and Technology (FACET), of the National University of Tucumán, considering that it is necessary to know the reality in which the academic unit is positioned, in order to be able to take actions that improve their indicators.

Based on the study of 19 careers completed by 1755 graduates who entered the institution from the year 2000, it was possible to determine that the average duration of each career is, at least, 1.5 times the duration according to the study plan. There are careers with students whose coursework extends up to 6 times than planned. In addition, due to the highly differentiated behavior between all the careers, only the group of bachelor in math, physics and computer science added with Lighting Design admit a joint analysis.

Keywords: index, actual duration, graduates

Introducción

Los estudios sobre la duración de las carreras universitarias, suelen arrojar resultados poco alentadores, tales como que las duraciones según plan de estudio son raramente cumplidas. A pesar de esto, es importante conocer cuantitativamente la realidad académica de la FACET, en búsqueda de la calidad y excelencia que una alta casa de estudios debe poseer.

En este trabajo se analizan descriptivamente los datos de egresados desde el año 2003 hasta el año 2019. La base original se solicitó a la Secretaría Académica, e inicialmente se componía de 3771 egresados de la institución, que ingresaron entre los años 1963 y 2016 inclusive. Las carreras abarcadas por los egresados comprenden ingenierías, licenciaturas, Diseño de Iluminación y tecnicaturas.

Tabla 1: Cantidad de egresados de la FACET desde el año 2003 al 2019, por carrera.

Carrera	Cantidad de egresados	%
Bachiller Universitario en Física (BUF)	45	2.6
Programador Universitario (PU)	97	5.5
Tecnicatura Universitaria en Física Ambiental (TUFA)	6	0.3
Tecnicatura Universitaria en Tecnología Azucarera e Industrias Derivadas (TUTAID)	107	6.1
Diseño de Iluminación (Dis. de Ilum.)	9	0.5
Licenciatura en Física (Lic. en Física)	24	1.4
Licenciatura en Informática (Lic. en Inform.)	21	1.2
Licenciatura en Matemática (Lic. en Mat.)	29	1.7
Agrimensura	15	1
Ingeniería Azucarera (Ing. Azucarera)	4	0.2
Ingeniería Biomédica (Ing. Biomédica)	132	7.5
Ingeniería Civil (Ing. Civil)	202	11.5
Ingeniería Eléctrica (Ing. Eléctrica)	31	1.8
Ingeniería Electrónica (Ing. Electrónica)	207	11.8
Ingeniería Geodésica y Geofísica (Ing. G. y G.)	3	0.2
Ingeniería Industrial (Ing. Industrial)	301	17.1
Ingeniería Mecánica (Ing. Mecánica)	146	8.3
Ingeniería Química (Ing. Química)	167	9.5
Ingeniería en Computación (Ing. en Comp.)	209	11.9
Total	1755	100

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de la duración real de las carreras, en meses.

Carrera	n	DUR.	MEDIA	σ	MÍN.	P25	P50	P75	MÁX.
BUF	45	36	66.16	26.89	34	47	61	79	154
PU	97	36	91.45	34.80	40	67	82	109	200
TUFA	6	30	112	35.72	64	88.75	118	126.5	164
TUTAID	107	36	70.88	38.85	25	43	61	83	217
Dis. de Ilum.	9	48	91.33	26.91	52	73	80	116	127
Lic. en Física	24	60	108.83	37.79	62	82.75	101	133.25	212
Lic. en Inform.	21	60	125.24	40.43	66	88	128	146	203
Lic. en Mat.	29	60	105.65	27.46	59	86	100	116	170
Agrimensura	15	60	94.93	21.33	59	82	90	105	146
Ing. Azucarera	4	60	174.25	29.19	133	165.2	182	191	200
Ing. Biomédica	132	60	113.43	28.38	66	92	105.5	137	203
Ing. Civil	202	66	107.46	26.73	62	91	104	122	227
Ing. Eléctrica	31	60	113.9	22.22	83	102	107	128	174
Ing. Electrónica	207	60	99.07	24.66	54	80	95	116	175
Ing. G. y G.	3	60	99.67	18.23	80	91.5	103	109.5	116
Ing. Industrial	301	60	101.43	25.22	62	83	96	116	188
Ing. Mecánica	146	60	107.54	30.24	66	87	100	124	212
Ing. Química	167	60	104.53	25.66	60	83	102	120.5	187
Ing. en Comp.	209	54	107.44	31.98	52	84	104	128	215

Además de las carreras concluidas por cada egresado, la base contaba con otros múltiples datos: año del plan de estudios, apellido y nombre, sexo, fecha de nacimiento, documento, domicilio, teléfono, provincia, localidad, *e-mail*, fechas de ingreso a la facultad, de ingreso al plan y de egreso, duración de la carrera, duración real, promedio de la carrera y promedio real. Puesto que muchos de estos datos no contribuían al objeto de estudio, fueron desestimados. Por otro lado, fue necesario seleccionar un intervalo de tiempo acorde con los objetivos del trabajo, es por ello que se consideraron únicamente los alumnos ingresantes a partir del año 2000 y con planes superiores al año 1995. Sobre esto último, quedaron exceptuadas las carreras con modificaciones, actualizaciones y la Licenciatura en Matemática. De esta manera se obtuvo la base definitiva bajo estudio, compuesta por los 1755 alumnos, egresados de 19 carreras.

Análisis descriptivo

La distribución por carrera de los 1755 alumnos se muestra en la Tabla 1. En la misma pueden distinguirse tres categorías, según el tipo de

carrera: tecnicaturas, licenciaturas con Diseño de Iluminación agregada e ingenierías.

Es importante destacar que el número de egresados está muy relacionado con el número de ingresantes. La carrera Ingeniería Industrial es la que desde hace muchos años tiene el mayor número de ingresantes. Por esta razón, es la que mayor representatividad tiene en nuestra base, alcanzando un 17 % de la misma con 301 alumnos egresados. Hay carreras que desde 2003 a 2019 han tenido muy pocos egresados, tales como Ingeniería Geodésica y Geofísica e Ingeniería Azucarera, con 3 y 4 egresados respectivamente.

Puesto que el objetivo de este trabajo es estimar la duración real de las carreras, se muestran en la Tabla 2 los estadísticos descriptivos de la duración real de las carreras en meses. El orden, de izquierda a derecha, es el siguiente: nombre de cada carrera, cantidad de egresados en el período observado, duración según plan de estudio y de la duración real de la carrera se indica duración promedio, desvío estándar, mínimo, percentil 25, mediana, percentil 75 y máximo.

Tabla 3: Indicadores I1 e I2 de la duración real de las carreras.

Carrera	n	I1	I2
BUF	45	1.84	1.69
PU	97	2.54	2.28
TUFA	6	3.73	3.93
TUTAID	107	1.97	1.69
Diseño de Ilum.	9	1.90	1.67
Lic. en Física	24	1.81	1.68
Lic. en Inform.	21	2.09	2.13
Lic. en Mat.	29	1.76	1.67
Agrimensura	15	1.58	1.50
Ing. Azucarera	4	2.90	3.03
Ing. Biomédica	132	1.89	1.76
Ing. Civil	202	1.63	1.58
Ing. Eléctrica	31	1.90	1.78
Ing. Electrónica	207	1.65	1.58
Ing. G. y G.	3	1.66	1.72
Ing. Industrial	301	1.69	1.60
Ing. Mecánica	146	1.79	1.67
Ing. Química	167	1.74	1.70
Ing. en Comp.	209	1.99	1.93

Todas las carreras presentan una duración promedio real mucho mayor a la duración según plan de estudio (observar las columnas DUR. y MEDIA); exceden en al menos un 50 % al tiempo establecido para ser terminadas. Ejemplos muy marcados presentan TUFA, Ing. Azucarera, PU y Lic. en Informática.

En la siguiente tabla se muestran dos indicadores de duración de carrera, que llamamos I1 e I2, siendo:

I1 = duración real promedio/duración según plan de estudio

I2 = P50 de la duración real/duración según plan de estudio.

De la Tabla 3 se observa que las carreras con mejores índices son Agrimensura, Ing. Civil e Ing. Electrónica. Todas ellas con índices I1 e I2 de a lo sumo 1.65.

A fines de comparar el comportamiento de las carreras según sus duraciones, se define un indicador para cada alumno egresado de la siguiente manera:

Índice = duración real de la carrera/duración según plan de estudio,

Tabla 4: Estadísticos descriptivos del Índice, duración real de la carrera/duración según plan de estudio.

CARRERA	n	MEDIA	DESvíO	MÍNIMO	P25	MEDIANA	P75	MÁXIMO
BUF	45	1.84	0.75	0.94	1.31	1.69	2.19	4.28
PU	97	2.54	0.967	1.11	1.86	2.28	3.03	5.56
TUFA	6	3.73	1.19	2.13	2.96	3.93	4.21	5.47
TUTAID	107	1.97	1.08	0.69	1.19	1.69	2.31	6.03
Diseño de Ilum.	9	1.90	0.56	1.08	1.52	1.67	2.42	2.65
Lic. en Física	24	1.81	0.63	1.03	1.38	1.68	2.22	3.53
Lic. en Inform.	21	2.09	0.67	1.1	1.47	2.13	2.43	3.38
Lic. en Mat.	29	1.76	0.46	0.98	1.43	1.67	1.93	2.83
Agrimensura	15	1.58	0.36	0.98	1.37	1.5	1.75	2.43
Ing. Azucarera	4	2.91	0.49	2.22	2.75	3.03	3.18	3.33
Ing. Biomédica	132	1.89	0.47	1.1	1.53	1.76	2.28	3.38
Ing. Civil	202	1.63	0.41	0.94	1.38	1.58	1.85	3.44
Ing. Eléctrica	31	1.89	0.37	1.38	1.7	1.78	2.13	2.9
Ing. Electrónica	207	1.65	0.41	0.9	1.33	1.58	1.93	2.92
Ing. G. y G.	3	1.66	0.31	1.33	1.52	1.72	1.83	1.93
Ing. Industrial	301	1.69	0.42	1.03	1.38	1.6	1.93	3.13
Ing. Mecánica	146	1.79	0.54	1.1	1.45	1.67	2.01	3.53
Ing. Química	167	1.74	0.43	1	1.38	1.7	2.01	3.12
Ing. en Comp.	209	1.99	0.59	0.96	1.56	1.93	2.37	3.98

Variable Índice de las carreras en la FACET

Diagramas de caja por carrera para la variable Índice

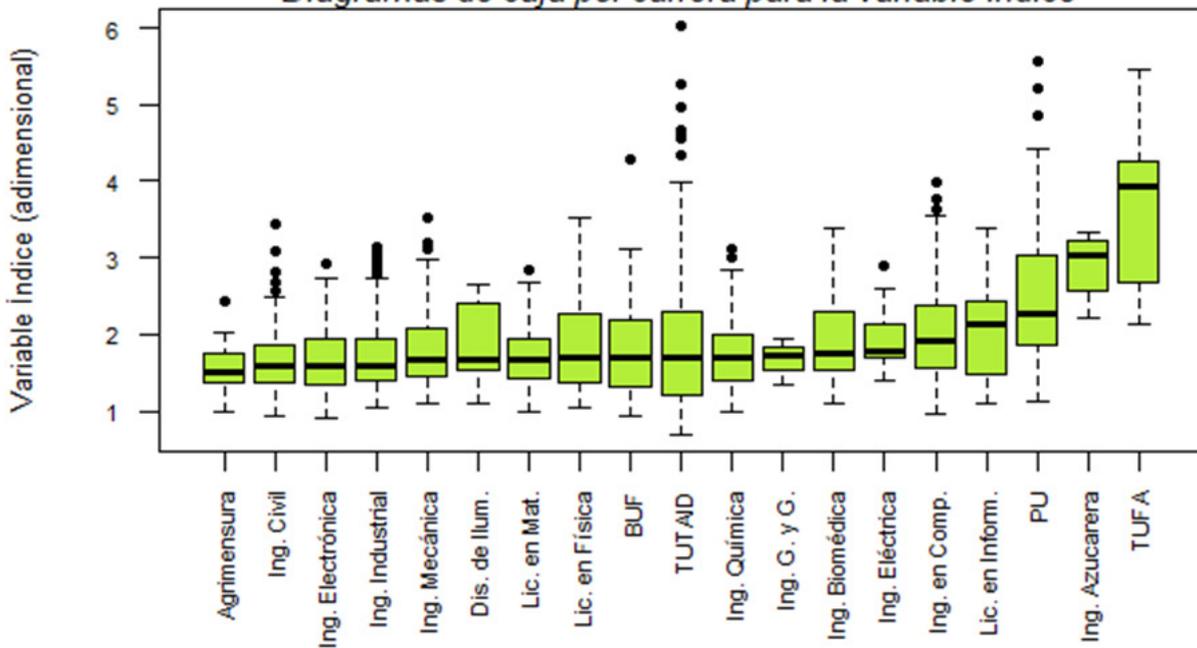


Figura 1: Diagramas tipo caja para la variable Índice de las carreras en la FACET.

Este indicador hace que las carreras sean comparables a nivel duración. En la Tabla 4 se muestran los estadísticos descriptivos de este Índice. El orden de la misma, de izquierda a derecha, es el siguiente: carrera, cantidad de alumnos, media, desvío, mínimo, percentil 25, mediana, percentil 75 y máximo.

En la Tabla 4 podemos observar que la media de la variable Índice en todas las carreras, es mayor a 1.5. Esto significa que todas las carreras tienen una duración real que excede en al menos un 50 % a su duración según plan de estudio. Esto evidencia que, en promedio, los alumnos de todas las carreras se demoran en graduarse, como mínimo, un 50 % más del tiempo esperado.

La Figura 1 ilustra los valores resumidos en la Tabla 4. En la misma se muestran los diagramas tipo caja del Índice para todas las carreras de la FACET.

Se observa que casi todas las carreras presentan valores alejados por exceso. Todas tienen una dispersión marcada y, la mayoría, una asimetría positiva. Es decir, hay mayor dispersión

desde la mediana hacia valores máximos que en sentido contrario. Esta característica manifiesta que la duración de las carreras es mucho mayor que la indicada por el plan de estudio, para casi todas las carreras.

Por ejemplo, si se observa la escala de los gráficos, podemos ver que en las tecnicaturas hay alumnos que egresan en un tiempo igual a 5 o 6 veces el planificado, en las licenciaturas hay alumnos que egresan en un tiempo igual a 3 o 3.5 veces el planificado y en las ingenierías, en un tiempo igual a 3 o 4 veces el planificado.

Análisis inferencial y resultados

Como el objetivo de estudio era saber si la duración real de las carreras coincide con la duración según plan de estudio, se realizaron test de hipótesis para la variable Índice para cada carrera. Las hipótesis contrastadas fueron de la forma:

$$H_0: \text{Índice} = 1$$

$$H_1: \text{Índice} \neq 1$$

En todas las carreras, excepto Ingeniería Geodésica y Geofísica, el valor p obtenido condujo al rechazo de la hipótesis nula. Esto significa que en todas ellas el Índice es estadísticamente diferente de 1. A partir de los estadísticos descriptivos mostrados en la Tabla 4, es claro que el Índice es mayor que 1. Lo que reafirma que la duración real de las carreras es mayor que la duración según plan de estudio.

Puesto que el indicador Índice hace que las carreras sean comparables a nivel duración, sin importar cuál sea la duración particular de cada una, realizamos un análisis de la varianza (ANOVA) para la variable Índice considerando como factor la carrera.

El resultado del ANOVA indica que el promedio del Índice es diferente según la carrera. Sin embargo, este resultado solo se puede tomar a título informativo, ya que el diagnóstico del mismo advierte que no se cumplen completamente los supuestos.

Tabla 5: Intervalos del 95% de confianza para la media y mediana de la variable Índice, por carrera.

Carrera	IC 95% para la media	IC 95% para la mediana
BUF	(1.61, 2.06)	(1.38, 1.99)
PU	(2.35, 2.74)	(2.06, 2.41)
TUFA	(2.48, 4.98)	(2.32, 5.04)
TUTAID	(1.76, 2.18)	(1.55, 1.90)
Dis. de Ilum.	(1.47, 2.33)	(1.44, 2.42)
Lic. en Física	(1.55, 2.08)	(1.38, 2.14)
Lic. en Inform.	(1.78, 2.39)	(1.65, 2.42)
Lic. en Mat.	(1.59, 1.93)	(1.53, 1.93)
Agrimensura	(1.39, 1.78)	(1.36, 1.75)
Ing. Azucarera	(2.13, 3.68)	(2.22, 3.33)
Ing. Biomédica	(1.81, 1.97)	(1.69, 1.88)
Ing. Civil	(1.57, 1.68)	(1.53, 1.64)
Ing. Eléctrica	(1.76, 2.03)	(1.73, 1.93)
Ing. Electrónica	(1.59, 1.71)	(1.52, 1.65)
Ing. G. y G.	(0.91, 2.42)	(0.91, 2.42)
Ing. Industrial	(1.64, 1.74)	(1.53, 1.67)
Ing. Mecánica	(1.71, 1.87)	(1.53, 1.73)
Ing. Química	(1.68, 1.81)	(1.60, 1.73)
Ing. en Comp.	(1.91, 2.07)	(1.87, 2.02)

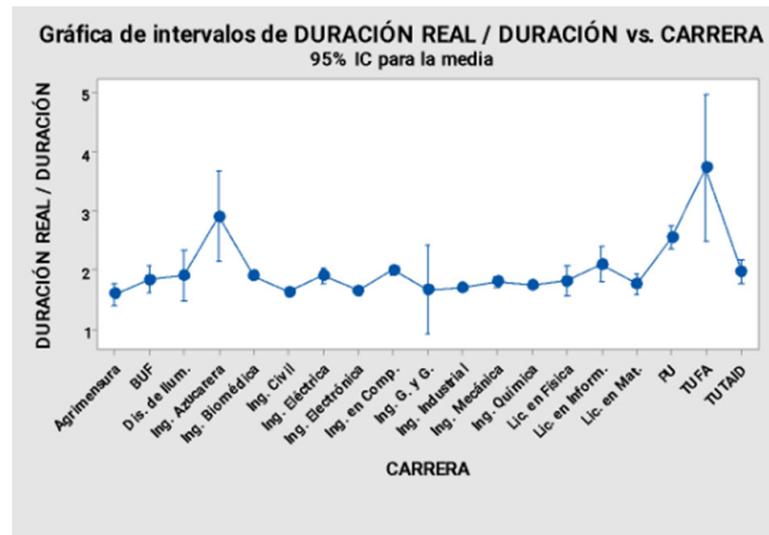


Figura 2: Intervalos de 95 % de confianza para la media del indicador Índice para las carreras de la FACET.

Bajo estas condiciones, se decidió realizar la prueba no paramétrica de Kruskal y Wallis usando el programa estadístico Minitab. La prueba determina si alguna de las medianas es diferente. Específicamente, las hipótesis contrastadas son las siguientes:

H_0 : Las medianas de la duración de todas las carreras son iguales.

H_1 : Al menos una mediana de la duración de las carreras es diferente.

Tabla 6: Resultados de los test no paramétricos de Kruskal y Wallis para la variable Índice, según el grupo de carrera.

Tipo de carrera	Valor p	Decisión
Tecnicaturas	< 0.001	Rechazo
Licenciaturas y Dis de Ilum,	0.348	Acepto
Ingenierías	< 0.001	Rechazo

El resultado obtenido fue similar al del ANOVA: las medianas del Índice no son las mismas para todas las carreras.

El mismo análisis fue realizado considerando únicamente carreras de grado y se obtuvo un valor p inferior a 0.001, razón por la que debió ser rechazada. Es decir, tampoco las medianas del índice son iguales para las carreras de grado.

A continuación, se muestran en la Tabla 5 los intervalos de confianza para la media y mediana de la variable Índice por carrera.

Los promedios de la variable Índice y sus intervalos de confianza, contenidos en la Tabla 5 pueden visualizarse en la Figura 2.

Finalmente, se realizó un ANOVA de la variable Índice para grupos de carreras, a saber: tecnicaturas, licenciaturas más Diseño de Iluminación e Ingenierías. Sin embargo, nuevamente los supuestos no se verificaban. Se realizó entonces la comparación entre carreras mediante el test de Kruskal y Wallis. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

En las carreras de ingeniería como en las tecnicaturas, las medianas de los índices no son iguales. En cambio, en las licenciaturas agregadas con Diseño de Iluminación resultan iguales. Esto significa que, en cuanto a duración real de la carrera, las licenciaturas y Diseño de Iluminación tienen un mismo comportamiento, mientras que tecnicaturas e ingenierías se comportan en forma diferente. El intervalo del 95 % de confianza para la media de las carreras de licenciatura con Diseño de Iluminación agregada es (1.75, 2.00) y el de la mediana es (1.58, 1.98). Esto quiere decir que la duración real de estas carreras oscila entre 1.6 a 2 veces la duración según plan de estudio.

Conclusión

Se ha considerado un total de 1755 egresados de la FACET, con ingreso a la misma desde el año 2000 en adelante. La mayor participación de las carreras en la base, es de las carreras más numerosas al momento del ingreso: Ing. Industrial (17 %) e Ing. en Computación, Ing. Electrónica, Ing. Civil con aproximadamente el 12 % cada una.

La duración media de todas las carreras es por lo menos 1.5 veces la duración según plan de

estudio. Es notable que casi todas las carreras tienen valores alejados que llegan hasta 6 veces el tiempo planificado para su cursado. Se comparan las carreras en cuanto a su duración mediante un Índice igual a la razón entre la duración real y duración según plan de estudio. En la comparación global todas las carreras son diferentes. Ahora bien, cuando se las agrupa por tipo de carrera: tecnicaturas, licenciaturas y Diseño de Iluminación, e ingenierías, los resultados indican que solo para el segundo grupo es posible especificar un intervalo de confianza del 95 % en el que se encuentra el Índice promedio, (1.75, 2.00). Las demás carreras tienen índices promedio bien diferenciados. Sin embargo, de las ingenierías, la carrera de Agrimensura es la mejor en este sentido, con un Índice promedio en el intervalo (1.39, 1.78), esto significa que en promedio un alumno de Agrimensura tarda entre 83 y 107 meses en terminar la carrera. De la misma manera, para las tecnicaturas, la carrera Bachiller Universitario en Física (BUF) tiene el mejor comportamiento, con un Índice promedio en el intervalo (1.61, 2.06), en este caso podemos afirmar que en promedio un alumno de BUF tarda entre 57 y 74 meses en finalizar su carrera.

La base de datos en formato xlsx con la que se trabajó puede encontrarse en:



El código R para obtener los boxplots, resultados de test de hipótesis y ANOVA utilizados en este trabajo puede leerse en:



Agradecimientos

A la Secretaria Académica de la FACET, Ing. María Fernanda Guzmán, por su disposición para facilitarnos la base de egresados.

Bibliografía

De Groot, Morris H. (1975). Probabilidad y Estadística. Addison Wesley Iberoamericana.

Meyer, Paul L. (1998). Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas. Addison Wesley Iberoamericana.

Paz, A. S. (2023) "Test de hipótesis". Tesis. Licenciatura en Matemática. Universidad Nacional de Tucumán.

Walpole, R. E. y Myers, R. H. (1996). Probabilidad y Estadística. Mc Graw-Hill.

Este trabajo se escribió en el año 2023 en la cátedra de Probabilidades y Estadística, del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

Ana Sofía Paz

Alumna de la carrera Lic. en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Ayudante estudiantil de la cátedra de Elementos de Álgebra Lineal y Geometría Analítica, Álgebra y Geometría Analítica y Elementos de Álgebra Lineal, por concurso, desde el año 2019 hasta la fecha. Realizó el curso de Inglés A1 en el marco de las becas Manuel Belgrano. Postulante para Beca CIN 2023. Participó en talleres de formación en las reuniones de la Unión Matemática Argentina (UMA) 2020.

Ana María SFER

Dra. en Estadística de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Magíster en Estadística Aplicada de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Tucumán. Lic. en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Directora de Proyectos de Investigación de la UNT, desde el año 2001 a la fecha. Investigadora Categoría I. Tiene numerosas presentaciones en congresos nacionales e internacionales, y publicaciones en revistas nacionales e internacionales con referato. Ha dictado conferencias y talleres de divulgación en el área Probabilidad y Estadística.



REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología