

ISSN: 1668-9178

# oet

N° 43

AÑO XXXI

31 de enero de 2023

REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Universidad Nacional de Tucumán



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE TUCUMÁN



ISSN 1668-9178

Dirección Científica: Dr. Ing. Nicolás Nieva

Dirección Ejecutiva: Prog. Universitaria Fanny Díaz

Diagramación y producción: Lic. Álvaro Astudillo



**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN**

Rector Ing. Sergio José Pagani  
Vicerrectora Dra. Mercedes Leal

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA**

Decano Dr. Ing. Miguel Ángel Cabrera  
Vicedecano Mg. Ing. Eduardo Martel

---

**cet Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería**

Comisión Asesora: Dra. Paula Araujo, Dra. Georgina Elías, Dra. Cecilia Zapata.

**Comité Editorial:**

Dra. Liliana del Valle Abascal  
Mg. Carlos Albaca Paraván  
Dr. Carlos Albarracín  
Dra. Paula Araujo  
Dr. Adolfo María Ávila  
Dra. Georgina Elías  
Mg. María Isabel Giannini  
Dra. Mariela González  
Ing. Gustavo Eduardo Juárez

Ing. Nicolás Majorel Padilla  
Dr. Eduardo Manzano  
Dr. Oscar Alonso Marín Ramírez  
Ing. Nora Perotti  
Dr. Antonio Orlando  
Ing. José Antonio Palacios  
Dra. Sonia Vrech  
Dra. Cecilia Zapata

---

Esta publicación figura en el **Directorio de Latindex**

Clasificación Decimal Universal (CDU): 501- 62

Director: Tel. +54-381-4364093 - Int. 7719

E-mail: revista@herrera.unt.edu.ar

El contenido de los trabajos firmados no representa necesariamente la opinión del editor, siendo de exclusiva responsabilidad de los autores.

Registro de Propiedad Intelectual: N° 303943 – ISSN 1668-9178

Este número cerró el 31/01/2023

## EDITORIAL

- La utilidad de la ciencia y la tecnología. 4  
*Escrito por Nicolás NIEVA*

## INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

- Duración real de las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. 6  
*Escrito por Ana S. PAZ y Ana M. SFER*

## DOCENCIA

- ChatGPT: ¿estar o no estar? 14  
*Escrito por Marcos E. G. SORIA, Marcelo A. MÁS VALDECANTOS, Nicolás G. AUVIEUX, Lía F. TORRES AUAD*

## INFORME TÉCNICO

- Deformaciones rígidas de álgebras de Lie perfectas más un factor abeliano. 21  
*Escrito por Estela F. FERNÁNDEZ y Paulo A. TIRAO*

## NOTAS, ARTE Y OPINIÓN

- 10 buenas razones para emprender una formación doctoral en ingeniería. 27  
*Escrito por Adolfo M. ÁVILA*
- Repensando tecnología e ingeniería 31  
*Escrito por Walter M. WEYERSTALL*

## HOMENAJES

- La Profesora Estela Lindholm de Moris: el origen de la Lectocomprensión en inglés en la FACET. 33  
*Escrito por María B. LAU*

## PARA AUTORES

- Instrucciones para autores 42

## La utilidad de la ciencia y la tecnología

Nicolás NIEVA

Un reporte periodístico de la BBC (British Broadcasting Corporation) señala las nueve cosas relevantes que ocurrieron por primera vez en el año 2022. Seguramente se basa en algún estudio no muy exhaustivo, pero no se puede desconocer la alta calidad de los servicios informativos, de educación y entretenimiento que ofrece la corporación de medios inglesa. Tampoco se debe pecar de ingenuidad y desconocer el entramado de intereses que hay “detrás de las noticias”. Pero, como diría Rudyard Kipling, esa es otra historia. Volviendo al artículo, queremos resaltar el hecho que, de las nueve cosas relevantes mencionadas, seis de ellas son temas relacionados con la ciencia y la tecnología. Esto indicaría que renació cierto interés por contenidos periodísticos de este tipo. Quizás la pandemia de COVID 19 jugó un rol significativo en este resurgir.

Por ejemplo, entre las seis cosas mencionadas hay tres temas de salud. Uno referido al descubrimiento de la presencia de microplásticos en la sangre en un alto porcentaje de población humana analizada. Se desconocen los efectos en el organismo, pero los investigadores afirman que los nuevos resultados son preocupantes y que los microplásticos podrían dañar las células humanas. Otra cosa es el desarrollo de una vacuna contra la malaria con potencial para “cambiar el mundo” (sic). La malaria es una de las principales causas de mortalidad infantil en el mundo y desarrollar vacunas contra ella resultaba muy difícil, ya que el parásito que la causa suele ser complejo y escurridizo. La tercera cosa es que un grupo de científicos anunció el descubrimiento de la bacteria más grande del mundo, la *Thiomargarita*

*magnifica*. El organismo mide aproximadamente un centímetro de largo, es cincuenta veces más grande que las demás bacterias gigantes conocidas y la primera en ser visible a simple vista.

Otra cosa que se contabiliza que ocurrió por primera vez en 2022, es el hecho que la población del planeta superó los ocho mil millones de personas. Esto puede inscribirse en un campo científico transversal a varias disciplinas. El crecimiento poblacional se explica por el aumento gradual de la esperanza de vida humana debido a las mejoras en la salud pública, la nutrición, la higiene personal y la medicina. También es el resultado de los altos y persistentes niveles de natalidad en algunos países. La Organización de Naciones Unidas (ONU) explicó que la población mundial demoró doce años en crecer de siete a ocho mil millones, pero tardará al menos quince en alcanzar los siguientes nueve mil millones, ya que las tasas de natalidad colectivas parecen ralentizarse.

Por último, en esta enumeración propia, entre las seis cosas se mencionan dos eventos científicos espaciales. En uno se informa que la agencia espacial estadounidense logró cambiar la trayectoria de un asteroide tras chocar deliberadamente contra él con una nave espacial. El objetivo de la colisión fue comprobar que sí podrían desviarse de forma segura las rocas espaciales que llegarán a ser una amenaza para la Tierra. En el otro se señala que el telescopio orbital James Webb, que entró en funciones en julio de 2022, ha proporcionado imágenes asombrosas del universo. Una de ellas fue la instantánea más profunda de nuestro universo hasta el momento, incluida

JADES-GS-z13-0, una galaxia de más de trece mil millones de años y que data de los “primeros días” posteriores al Big Bang. Lo que parece sacado de un cuento de ciencia ficción de Isaac Asimov o Arthur C. Clarke, o de una de las visiones esperanzadas y humanistas de Carl Sagan respecto a la visión de astros y espacios tan distantes, ahora es un relato científico de las agencias espaciales oficiales.

Respecto a la última cosa, la puesta en marcha de un telescopio en el espacio, algún escéptico podrá decirnos ¿Para qué se gastan dineros en estas cuestiones alejadas de la vida cotidiana? ¿Qué utilidad tendrá para la humanidad? Preguntas difíciles, pero que esconden la cordedad de miras de quiénes la enarbolan. Según la declaración de la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), la ciencia no solo alimenta nuestro humano espíritu, sino que, como formidable empresa colectiva de la humanidad y complementada con las tecnologías resultantes, nos proporciona los medicamentos para la salud, los alimentos para la vida, nos permite vivir más tiempo, nos suministra la energía y las comunicaciones vitales para la civilización moderna.

El telescopio James Webb nos está ayudando a responder a muchas preguntas que nos hacemos sobre el cosmos y el origen de nuestra existencia. Permite atestiguar la vida de una estrella, su nacimiento, cómo envejece y sus momentos finales. Además, permite observar el comportamiento de otras galaxias a lo largo del tiempo. Comprender lo que pueda ocurrir con nuestra propia galaxia nos permitirá conocer mejor nuestro lugar en el universo. Puede darnos las claves, nada menos, para persistir y sobrevivir como especie en un futuro más o menos lejano. Con seguridad, el universo aún alberga muchos misterios que aguardan a ser revelados. La ciencia y la tecnología, bien orientadas, siempre serán fundamentales y útiles para la humanidad.

En el presente número de la revista se publican seis artículos, todos ellos de autores de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT. En la categoría INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, el artículo de Ana S. PAZ y Ana M. SFER indaga y brinda conclusiones objetivas y bien documentadas respecto a la duración real



Imagen tomada por el telescopio James Webb. En el pequeño círculo, la galaxia JADES-GS-z13-0, originada “solo” 330 millones de años después del Big Bang, por lo que es una de las primeras del universo.

de las carreras de pregrado y grado de la FACET. En la categoría DOCENCIA, los autores Marcos E.G. SORIA y colaboradores nos cuentan acerca de la experiencia de utilizar una inteligencia artificial, ChatGPT en particular, para la resolución de los trabajos prácticos de las asignaturas que dictan en el Departamento de Ciencias de la Computación. En la categoría INFORME TÉCNICO, los autores Estela F. FERNÁNDEZ y Paulo A. TIRAO nos adelantan una discusión sobre las álgebras de Lie en el marco de un trabajo más extenso y en evolución de investigaciones para una tesis de doctorado. En la categoría NOTAS, ARTE Y OPINIÓN, el autor Adolfo M. ÁVILA, tal como el nombre de su artículo lo indica, nos brinda 10 buenas razones para emprender una formación doctoral en ingeniería. En la misma categoría el autor Walter M. WEYERSTALL nos presenta el libro *Rethinking Technology and Engineering (Dialogues Across Disciplines and Geographies)*, editado por Springer, en su carácter de co-autor de uno de los capítulos. Por último, en la categoría HOMENAJES, la autora María B. Lau nos deleita con un grato escrito referido a los orígenes de la enseñanza del inglés en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, entrevistando y homenajeando a la Profesora Estela Lindholm de Moris, quien inaugurara la Cátedra de Idioma inglés de la facultad en 1962.

Los invitamos a leer y conocer los trabajos de los autores.

**Nicolás NIEVA**

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

Ana S. PAZ<sup>1</sup> y Ana M. SFER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Matemática. Tucumán. Argentina.

<sup>2</sup> 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
<b>Total</b>	<b>1755</b>	<b>100</b>

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

Carrera	n	DUR.	MEDIA	$\sigma$	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

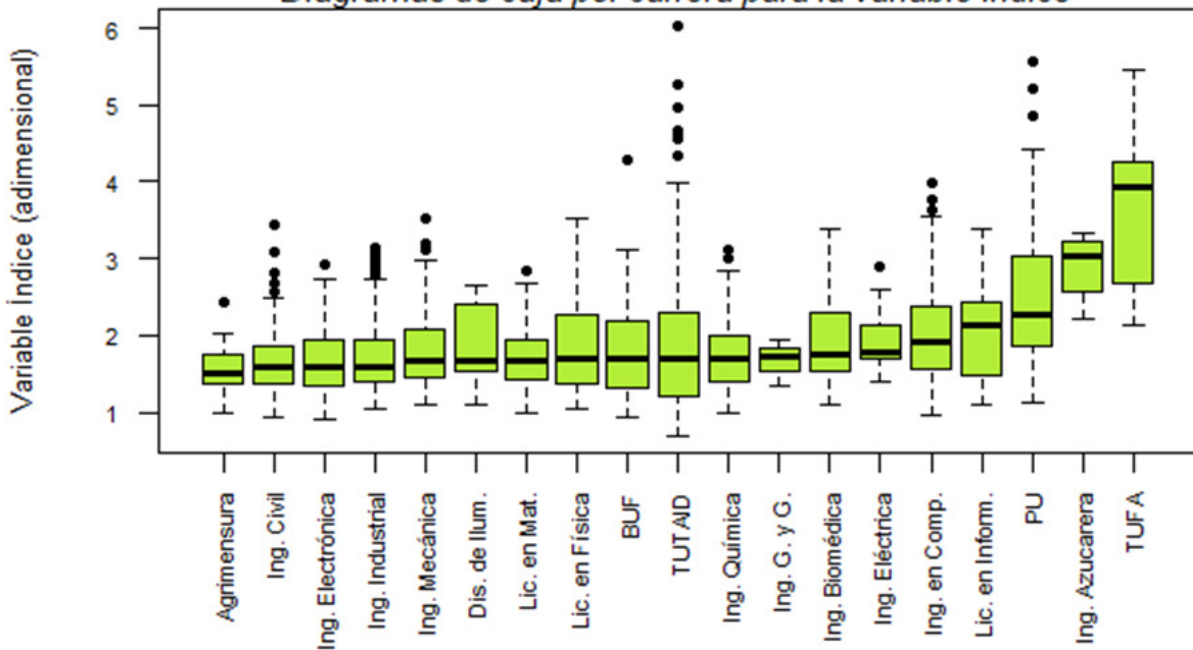


Figura 1: Diagramas tipo caja para la variable Índice de las carreras en la FACET.

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)

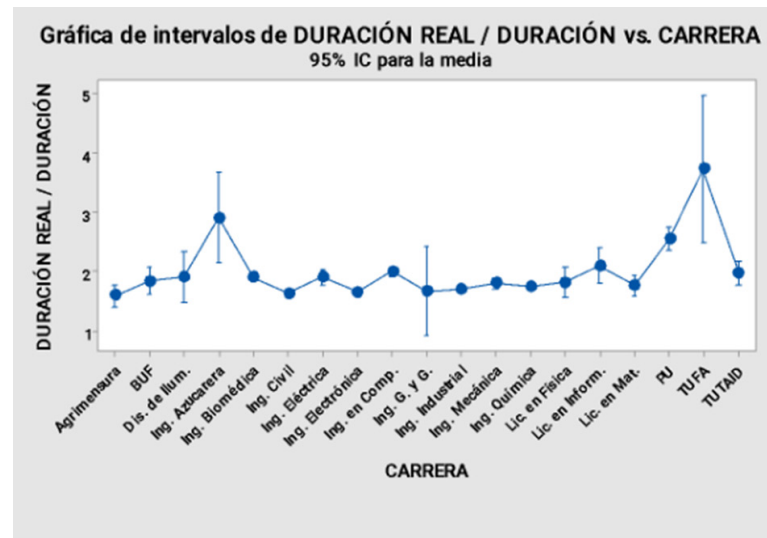


Figura 2: Intervalos de 95 % de confianza para la media del indicador Índice para las carreras de la FACET.

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

# ChatGPT: ¿estar o no estar?

Marcos E. G. SORIA<sup>1,2</sup>, Marcelo A. MÁS VALDECANTOS<sup>1,2</sup>,  
Nicolás G. AUVIEUX<sup>1</sup>, Lía F. TORRES AUAD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología,  
Centro de Educación a Distancia e Investigación en Tecnologías Educativas.  
Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología,  
Departamento de Ciencias de la Computación, Cátedra de Sistemas Operativos.  
Tucumán, Argentina.

## Resumen

El futuro llegó hace rato. Los desarrollos en materia de inteligencia artificial vienen desde hace décadas, pero hace pocos meses que están en boca de todos, a partir de la apertura para su uso al público en general. El impacto que produjeron fue inmediato: en pocos días su uso creció más que el de todas las redes sociales juntas en varios años. Mostraron un nivel de avance sorprendente, y con ello, llegaron los miedos, las incertidumbres, y por supuesto, las polémicas. Este trabajo presenta nuestra experiencia de cátedra al utilizar una inteligencia artificial en particular, ChatGPT, para la resolución de los trabajos prácticos de las asignaturas que dictamos.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, TIC, innovación educativa.

## Introducción

El proceso educativo fue modificándose con el paso del tiempo, no sólo por la aparición de nuevas corrientes teóricas acerca de la enseñanza y el aprendizaje, sino también, al adaptarse a los avances de la tecnología, que siempre ha estado presente en la educación desde que se implementó la palabra impresa. La llegada, y la posterior evolución de Internet y de las tecnologías de información y comunicación (TIC), transformaron, aún más, el paradigma educativo actual. Como docentes universitarios, cuestionamos e interpelamos a nuestros colegas: ¿nosotros hemos podido adaptarnos y “evolucionar” en la misma dirección?

Somos parte de una comunidad, la de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT, en un alto porcentaje, egresados de la misma y con títulos de

Ingenieros o licenciados en las denominadas “ciencias duras”. Al iniciar la carrera docente la exigencia sólo atañe a la titulación, pero no a la formación en pedagogía. ¿Cómo enseñamos? Ejercemos la docencia, en la mayoría de los casos, vinculada con los ejemplos que hemos recibido oportunamente como estudiantes. Es decir, aferrados al paradigma tradicional, de resultados probados, pero anacrónico.

Evidentemente la problemática no es sólo local, la UNESCO ha publicado ya en 2018 la tercera versión del “*Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*”<sup>1</sup>, como una guía formal que

<sup>1</sup> La última versión del Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO, publicada en 2018, tiene en cuenta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y está ideada para preservar las competencias que siguen siendo pertinentes y enmarcarlas en el contexto de los actuales avances tecnológicos y las exigencias cambiantes de la vida y el trabajo.

permite conocer cuáles serían las competencias a las que los docentes deberíamos “evolucionar”.

La realidad de nuestros estudiantes actuales, además de la evolución tecnológica, nos interpela en igual medida. Muchos autores han intentado caracterizar a este nuevo modelo de alumno universitario: habilidades para el uso de la tecnología, espontaneidad, interactividad, flexibilidad, múltiples intereses, búsqueda constante de experiencias nuevas, generación de contenido, etc. Respecto de las habilidades para el uso de tecnología, parecen tener un *gen* que los hace naturalmente intuitivos y con competencias digitales innatas, en la mayoría de los casos.

En este panorama, no resulta difícil comprender cómo una herramienta de IA<sup>2</sup> puede transformar los procesos de aprendizaje en la educación superior. ¿Para bien o para mal? ¿Para mejor o para peor? Esa es una pregunta que sólo podrá responderse involucrándonos en la cuestión.

Con el equipo de la cátedra de *Sistemas Operativos*, asignaturas de las carreras de informática de la FACET<sup>3</sup>, pusimos el foco en el uso de tecnologías para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje, mucho antes del año 2020. Por ello, la adaptación a la realidad impuesta por la pandemia que llevó a interrumpir la presencialidad en las aulas no fue resistida, sino que, por el contrario, trajo aparejado un arduo trabajo de planificación, reenfoco de metodologías, producción de contenidos propios y estrategias de evaluación innovadoras. Y los resultados, convalidados por las encuestas realizadas a los estudiantes, fueron exitosos. A partir de esta experiencia e inquietos por la necesidad de evidenciar los cambios que creíamos necesarios, tomamos la iniciativa de replantear/rehacer las asignaturas que dictamos desde la cátedra.

## Breve historia y motivación

Partimos de reemplazar la bibliografía que históricamente se utilizaba, ya que ésta sólo tuvo una única edición en el año 1998 y no tuvo ninguna

actualización posterior. Por otro lado, seleccionamos el contenido que consideramos indispensable que los alumnos sepan y tengan asimilado al final de la asignatura, pensando sobre todo en la obtención de competencias para sus futuras vidas profesionales. También renovamos la cartilla de trabajos prácticos, agregando actividades que fueran más acordes para la formación de programadores, esto es, ejercicios orientados a la investigación y elaboración de códigos que ejemplifiquen una aplicación directa en la computadora. Por último, pero no menos importante, ajustamos los módulos de las asignaturas y sus contenidos para que tengan un *fluir* de conocimiento consistente, que también fuera aplicable directamente a la opción pedagógica y didáctica a distancia. En este último aspecto, también emprendimos la elaboración de material audiovisual que fortaleciera ese plan.

En este camino nos encontramos con muchas herramientas interesantes, las cuales, en la mayoría de los casos, tuvimos que aprender desde cero para lograr estos objetivos. Pero sin duda alguna, la que captó nuestra atención en particular fue una que actualmente está dando mucho que hablar, no sólo en el ámbito de la informática, sino en todos los aspectos posibles de la vida: la utilización de Inteligencia Artificial.

Puntualmente, probamos la herramienta ChatGPT<sup>4</sup>, un chatbot de IA especializado en el diálogo, el cual utiliza un modelo de lenguaje ajustado con técnicas de aprendizaje tanto supervisadas como de refuerzo. Si bien fue lanzado a finales de noviembre de 2022 como aplicación web por la empresa OpenAI, con sede en San Francisco, este chatbot irrumpió en el mercado casi de la noche a la mañana, aunque el éxito no surgió espontáneamente. Su masividad seguramente se debe a que es la iteración más pulida hasta la fecha de una línea de grandes modelos lingüísticos que se remonta años atrás. Hoy está preparado con un gran nivel de accesibilidad y facilidad de uso y propone un nivel de asertividad considerable.

<sup>2</sup> IA: inteligencia artificial. También se suele usar la sigla en inglés, AI (artificial intelligence).

<sup>3</sup> Ingeniería en Informática, Licenciatura en Informática y Programador Universitario.

<sup>4</sup> ChatGPT es un modelo de lenguaje capaz de producir texto de forma autónoma, que puede ser utilizado para tareas de generación de texto, traducción automática, resúmenes, entre otras. En pocas palabras, es una herramienta de inteligencia artificial que se utiliza para generar respuestas a preguntas y realizar otras tareas naturales del lenguaje.

En muchas ocasiones, cuando algunas novedades tecnológicas llegan al aula universitaria de la mano de los estudiantes, la respuesta habitual de los docentes es la susceptibilidad y la desconfianza, a tal punto que se termina prohibiendo su uso. Basta como ejemplo recordar las tensiones que se dieron alguna vez (y que todavía se dan) en torno a los teléfonos celulares en clase. Nos imaginamos que, en la época de las reglas de cálculo, las calculadoras científicas deben haber provocado el mismo efecto... No obstante, en nuestra cátedra compartimos otra visión.

## La experiencia inicial

Decidimos poner a prueba el ChatGPT con un ejercicio de uno de los prácticos nuevos que desarrollamos, en el cual proponemos la elaboración de un código en lenguaje C que implemente la creación de hilos de un proceso y la posterior identificación de estos utilizando algunos

comandos especiales del sistema operativo. Nos sorprendió, por un lado, la simpleza del ejemplo con que ChatGPT nos respondió, y, por otro lado, la “elocuencia” con que nos explicó los detalles del código. Pero, sobre todo, nos sorprendió que cumplía sobradamente con la consigna del ejercicio del práctico.

Empezamos con una pregunta concisa:

*“¿Puedes crear un programa en lenguaje C que cree hilos de procesos que simplemente impriman un mensaje en pantalla? La cantidad de hilos que genera deberá indicarla el usuario y el máximo número de hilos que va a poder crear es de 100 hilos”.*

Cordialmente, nos respondió:

*“¡Claro! Aquí tienes un ejemplo de cómo crear hilos de procesos en C que imprimen un mensaje en pantalla. El número de hilos se ingresa por el usuario y no puede ser mayor a 100”.*

Y el código que nos creó es el siguiente:

```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>

#define MAX_THREADS 100

void *printMessage(void *threadID) {
    long tid;
    tid = (long)threadID;
    printf("Hola desde el hilo #%ld\n", tid);
    pthread_exit(NULL);
}

int main() {
    int numThreads;
    printf("Ingrese la cantidad de hilos que desea crear (máximo 100): ");
    scanf("%d", &numThreads);
    if (numThreads < 1 || numThreads > MAX_THREADS) {
        printf("Número inválido de hilos.\n");
        return 1;
    }

    pthread_t threads[numThreads];
    int rc;
    long t;
    for (t = 0; t < numThreads; t++) {
        printf("Creando hilo %ld\n", t);
        rc = pthread_create(&threads[t], NULL, printMessage, (void *)t);
        if (rc) {
            printf("Error al crear hilo %ld. Código de error: %d\n", t, rc);
            return 1;
        }
    }

    pthread_exit(NULL);
}
```



En este programa, la función *printMessage* simplemente imprime un mensaje en pantalla con el número de hilo asignado. La función *pthread\_create* se encarga de crear los hilos y llama a la función *printMessage* con el número de hilo correspondiente. La función *pthread\_exit* se usa para finalizar los hilos. Un detalle importante: el valor de retorno de *pthread\_create* se utiliza para verificar si el hilo se creó correctamente. Si *pthread\_create* devuelve un valor diferente a cero, se imprime un mensaje de error y se sale del programa.

Luego refinamos el código que queríamos obtener para que sea funcional a la didáctica que queríamos plantear en clase para explicar el ejercicio, pidiéndole: “¿puedes agregar algo para que los hilos queden creados y que finalicen luego de 5 minutos?”. Para ese ejemplo se usa la función *sleep* para esperar 5 minutos antes de cancelar los hilos. Después de esperar los 5 minutos, se recorren los hilos creados y se utiliza la función *pthread\_cancel* para cancelar cada hilo. La función *pthread\_cancel* envía una señal al hilo para que termine su ejecución de manera abrupta. Es importante tener en cuenta que cancelar un hilo puede dejar recursos sin liberar, por lo que es necesario tener cuidado al usar esta función. En este ejemplo, los hilos solo imprimen un mensaje en pantalla, por lo que no hay recursos críticos que deban ser liberados. En una aplicación real, es necesario tener en cuenta los recursos que puede estar utilizando cada hilo antes de cancelarlos.

Por último, le pedimos que agregue código para que sea posible visualizar el TID, un número que asigna el sistema operativo como identificador de un hilo, para lo cual utilizó la función *syscall(SYS\_gettid)*, la cual invoca directamente a una llamada al sistema<sup>5</sup> para obtener ese identificador.

## El debate (romantizando la polémica)

Esta experiencia nos llevó a preguntarnos: “¿y si le planteamos a los alumnos que utilicen ChatGPT para hacer el práctico?”. De esa pregunta surgió el debate.

<sup>5</sup> Una llamada al sistema es una función especial de un sistema operativo que hace las veces de interfaz entre éste y un programa de usuario que solicita utilizar funcionalidades a las que por defecto no tiene acceso.

En primer lugar, reconocemos lo peligroso que puede ser utilizar una herramienta que resuelva completamente el problema, sin dar lugar a la investigación y elaboración propia por parte del alumno. Es sabido que, a pesar de su asombroso avance y nivel de aprendizaje, la probabilidad de que ChatGPT se equivoque no es baja. Pudimos comprobarlo preguntándole un poco más en profundidad sobre lo que dice la teoría al respecto: ¿en qué contexto se crean los hilos, en el de usuario o del núcleo del sistema operativo? Su respuesta puede resultar confusa si los conceptos teóricos no están claros, e incluso puede llevar a un aprendizaje erróneo, sin mencionar que los docentes pueden llegar a ser objetados. Esto se acentúa considerando que, como si de una persona se tratara, la IA aprende en la medida que se la entrena con las preguntas, pero también puede equivocarse si la entrenamos mal.

En segundo lugar, son claros los beneficios que puede aportar esta herramienta, comparándola con nuestra experiencia como estudiantes, en una época en la que, con viento a favor teníamos acceso a una fotocopia de un libro o a un apunte de alguien más avanzado en la carrera, y que naturalmente podía tener sesgos de errores propios de la interpretación del autor. Y cuando ya estábamos terminando de cursar, ya cansados y ansiosos por recibirnos, aparecieron tímidamente recursos en Internet (¡y la Internet misma!) como Wikipedia y YouTube, entre otros. Por si fuera poco, a partir de la pandemia se multiplicó exponencialmente la cantidad de canales de YouTube dedicados a clases virtuales asincrónicas.

Hasta ahí, esas herramientas sólo dan soporte a las clases, en cuanto a explicar los contenidos y tener la posibilidad de verlos una y otra vez. La revolución que nos presenta ChatGPT es que nos puede resolver ejercicios inéditos, y por si fuera poco, nos explica “lo que hizo”. Y, si tenemos dudas puntuales, “se focaliza” en esas dudas y brinda un poco más de explicación, convirtiéndose básicamente en un estudiante que resuelve, y un docente que te explica lo que resolvió, algo que antes ni siquiera imaginamos posible.

## La sorpresa mayor

Mientras debatimos si incorporar el uso de ChatGPT, la realidad nos volvió repentinamente los pies en la tierra. Planteamos el ejercicio en clase, y para nuestra sorpresa, los alumnos lo utilizaron sin que siquiera lo hubiéramos mencionado. Porque esa es una hermosísima característica de las nuevas generaciones: si pueden estar un paso más allá, ¿por qué no?

Cada uno le preguntó a la IA cómo resolver el ejercicio, o mejor dicho, le indicaron cada uno a su modo cómo generar el código. Y si bien los resultados fueron en términos generales, similares, hubo diferencias sutiles en cuanto a la manera de implementar en el lenguaje. Y ahí otra sorpresa: las dudas que plantearon los alumnos fueron precisamente sobre esas diferencias. Además, teniendo en cuenta que el contenido necesario para resolver el ejercicio no forma parte de los programas de las asignaturas previas en las que aprendieron las nociones básicas de programación y del lenguaje en sí, sino que es precisamente una propuesta de nuestra asignatura para que los alumnos investiguen al respecto, fue interesante ver que tienen el nivel necesario para interpretar globalmente el código.

En algunos casos fueron “directo al grano”, esto es, le pidieron directamente que genere el código en C, mientras que otros le pidieron resolver cada apartado del ejercicio, algunos de los cuales son un repaso de la teoría. Incluso fueron más allá, preguntándole algunas de las observaciones que debían hacer luego de ejecutar el programa en C: se trata del orden en que se crean y ejecutan los hilos creados. Le preguntaron a “*Chatie*”<sup>6</sup> de quién dependía este orden, y la respuesta que obtuvieron era coherente con la explicación que dimos en clase, para nuestra tranquilidad.

Y ahí tuvimos otro llamado de atención. Al revisar los resultados que recopilamos, provistos por los mismos alumnos, pudimos comprobar que en todos los casos las respuestas, tanto a las preguntas teóricas que hicieron como los códigos que obtuvieron, eran correctas y coherentes con lo dictado en clase. Sin embargo, al ser las

respuestas altamente dependientes de cómo se le pregunta, el riesgo de brindar información imprecisa o incorrecta no deja de ser considerable.

## Las reflexiones finales

Las IA están en boca de todos, pero existen hace mucho tiempo. Fueron incorporándose soslayada pero firmemente en muchos aspectos cotidianos, desde el teclado predictivo de un teléfono inteligente (qué casualidad, ya les decíamos así antes de esta moda de las IA), pasando por los motores de búsqueda, hasta en las redes sociales, que nos sugiere “personas que tal vez conozcas”, con una asombrosa capacidad de “saber” que, efectivamente, conocemos a esas personas. Los mismos sistemas operativos la incorporaron desde hace al menos dos generaciones atrás, como herramienta para optimizar su rendimiento.

Ante el panorama de que ChatGPT está siendo incorporado por nuestros alumnos como una herramienta académica más, se vuelve crítico el rol del docente al momento de moderar su uso. Es cierto que no tiene sentido prohibirlo, ya que en cierta medida sería ocultar el sol del avance tecnológico con la mano de la inseguridad y los dedos del miedo a los cambios. Sin embargo, es necesario involucrarnos en el asunto para que no derive en un desborde incontrolable.

Aprender a usarlo, investigar las mejores maneras de preguntar para entrenarlo (inevitablemente lo entrenamos cuando lo usamos), ver de qué manera puede responder sobre el contenido de las asignaturas que dictamos y, en base a ello, planificar actividades que lo incorporen sin perder de vista objetivos pedagógicos que incentiven a los alumnos a investigar y resolver de manera activa las consignas propuestas en los prácticos, utilizando la IA como una herramienta de estudio y no como una varita mágica para poder presentar un práctico sobre la hora, son los desafíos que enfrentamos de ahora en adelante.

Incluso para la redacción de este artículo, ChatGPT fue utilizado como herramienta, a consciencia, siempre con el compromiso de ser nosotros, los humanos, los que generamos el contenido. Como dice la canción, el futuro llegó hace rato.

<sup>6</sup> A esta altura ya nos encariñamos y le pusimos un nombre, cual mascota.

## Bibliografía

Dussel Inés, Quevedo Luis (2010) *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. VI Foro Latinoamericano de Educación; 1a ed. - Bs As.: Santillana. 80 p. ; 15x21 cm. ISBN 978-950-46-2252-9

García Peña V., Mora Marcillo, Alex B., Ávila Ramírez J. (2020). "La inteligencia artificial en la educación", Revista científica Dominio de las Ciencias. Vol. 6, núm. 3, Especial septiembre 2020, pp. 648-666. ISSN: 2477-8818

Gros Salvat, B y Lara Navarra, P. (2009). "Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya". Revista Iberoamericana de Educación, n° 49. ISSN: 1022-6508

Heaven Will Douglas (2023). "ChatGPT no surge de la nada: es el resultado de 30 años de prueba y error". MIT Technology Review. Recuperado de: <https://www.technologyreview.es/s/15081/chatgpt-no-surge-de-la-nada-es-el-resultado-de-30-anos-de-prueba-y-error>

Vallejo Alcira, González A (2023). La aplicación de la inteligencia artificial en educación: una reflexión crítica sobre su potencial transformador. AULA CAVILA. UNLP. Recuperado de: <https://blogs.ead.unlp.edu.ar/boletinacavila/2023/02/27/la-aplicacion-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion-una-reflexion-critica-sobre-su-potencial-transformador/>

Vera Campillay, Esteban (2016). *El meme como nexo entre el sistema educativo y el nativo digital: tres propuestas para la enseñanza de Lenguaje y Comunicación*. REVISTA EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA, Año 05. Número 08. Vol 2. 2016, pp 1-15



### Marcos Esteban Gerardo SORIA

Ingeniero en Computación, egresado de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán. Profesor Adjunto de la Catedra de Sistemas Operativos I y II de las carreras Programador Universitario, Licenciatura en informática e Ingeniería en informática del Departamento de Ciencias de la Computación de la

FACET. Miembro del Centro de Educación a Distancia e Investigación en Tecnologías Educativas de la FACET – UNT.

E-mail: [mesoria@herera.unt.edu.ar](mailto:mesoria@herera.unt.edu.ar)



### Marcelo Adrián MÁS VALDECANTOS

Ingeniero en Computación, egresado de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán, Analista Programador en la Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino (UNSTA). Auxiliar Docente Graduado de la Catedra de Sistemas Operativos I y II de las carreras Programador Universitario, Licenciatura en informática e Ingeniería en informática del Departamento de Ciencias de la Computación de la FACET.

Miembro del Centro de Educación a Distancia e Investigación en Tecnologías Educativas de la FACET – UNT.

E-mail: [mmas@herrera.unt.edu.ar](mailto:mamas@herrera.unt.edu.ar)



### Nicolás Guillermo Auvieux

Magister en Tecnologías para la Comunicación, FACET - UNT y Universidad de Cagliari. Licenciado en Tecnología Educativa, de la Facultad Regional Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional. Técnico Universitario en Sonorización, Facultad de Artes UNT. Profesor Adjunto de Informática Musical y Electrónica Aplicada en la Facultad de Artes. Jefe de Trabajos Prácticos de Tecnología Informática Aplicada en Educación de la FACET - UNT. Miembro del Centro de Educación a Distancia e Investigación en Tecnologías Educativas de la FACET - UNT.

E-mail: [nauvieux@herrera.unt.edu.ar](mailto:nauvieux@herrera.unt.edu.ar)



### Lía Fabiana TORRES AUAD

Ingeniera en Sistemas de Información, egresada de la Facultad Regional Tucumán de la Universidad Tecnológica nacional. Especialista en Tecnología Informática aplicada en Educación, Universidad de La Plata. Profesora Titular del Dpto. de Ciencias de la Computación. Directora del Centro de Educación a Distancia e Investigación en Tecnologías Educativas de la FACET - UNT.

E-mail: [ltorresauad@herera.unt.edu.ar](mailto:ltorresauad@herera.unt.edu.ar)



# cet

REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

# Deformaciones rígidas de álgebras de Lie perfectas más un factor abeliano

Estela F. FERNÁNDEZ<sup>1</sup> y Paulo A. TIRAO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tucumán.  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Tucumán. Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Córdoba.  
Centro de Investigación y Estudios de Matemática- Facultad de  
Matemática Astronomía y Física, Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas - Guangdong Technion Israel Institute of  
Technology, Guangdong Province, China.

## Resumen

Describimos brevemente la construcción de una familia de álgebras de Lie rígidas como deformaciones lineales del producto semidirecto de por su representación estándar más un factor abeliano de dimensión 1.

## *Rigid deformations of perfect Lies algebras plus an abelian factor*

### **Abstract**

*We briefly describe the construction of a family of rigid Lie algebras as linear deformations of the semi-direct product of and its standard representation plus a 1-dimensional abelian factor.*

Los resultados originales que anunciamos en esta nota son parte del proyecto de tesis doctoral en curso de Estela Fernández como alumna del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, bajo la dirección de Paulo Tirao.

## Introducción

Un ambiente natural para estudiar una clase de álgebras de dimensión finita dada, es la variedad algebraica de todos los productos que definen álgebras de ese tipo. Un álgebra sobre  $\mathbb{C}$  de dimensión  $n$  es un producto bilineal  $\mu$  de  $\mathbb{C}^n$  en  $\mathbb{C}^n$  que satisface ciertas propiedades según la clase de álgebras de que se trate: asociativas, conmutativas, de Lie, de Jordan, etc. La variedad afín de todos los productos bilineales  $\mathbb{C}^n$  es  $V = \mathbb{C}^{n^2} \otimes \mathbb{C}^{n^2} \otimes \mathbb{C}^n$  y la variedad algebraica de los productos o corchetes de Lie complejos de dimensión, es,

$$L = \{ \mu \in V, \text{antisimétrico y satisface Jacobi} \}$$

Un corchete de Lie está determinado por sus constantes de estructura, los coeficientes de  $\mu$  en  $V$  respecto a una base, digamos la canónica, de  $\mathbb{C}^n$ .

El grupo general lineal  $GL_n(\mathbb{C})$  actúa de manera natural en  $L$  por cambio de base  $g \cdot \mu(x,y) = g(\mu(g^{-1}x, g^{-1}y))$ , para todo  $g \in GL_n(\mathbb{C})$ . La clase de isomorfismo de  $\mu$  es entonces su órbita,  $O_\mu$ .

Un corchete de Lie se dice rígido si su órbita es abierta en  $L$  con la topología Zariski. Ahora, una

<sup>1</sup>  $\mathbb{C}^{n^*}$  es el espacio dual de  $\mathbb{C}^n$ .

órbita es abierta Zariski si y sólo si es abierta euclídea. Luego un corchete de Lie es rígido si pequeñas perturbaciones de sus constantes de estructura lo mantienen en la misma clase de isomorfismo.

La clausura de la órbita de un corchete rígido es una componente irreducible de la variedad y por lo tanto son finitos. Un problema de enorme relevancia, aunque fuera del alcance hoy en día, es el de entender y clasificar todos los corchetes de Lie rígidos de una dimensión dada.

Habiendo fijado el espacio vectorial subyacente  $C^n$ , hemos considerado todos los posibles corchetes de Lie que hacen de  $C^n$  un álgebra de Lie. En general, un álgebra de Lie compleja de dimensión  $n$  es un espacio vectorial  $g$  de dimensión  $n$  con un corchete de Lie  $[\cdot, \cdot] : g \otimes g \rightarrow g$ . Vía un isomorfismo dado de  $g$  en  $C^n$ , identificamos al corchete de  $g$   $[\cdot, \cdot]$  con un correspondiente  $\mu \in L$ . Distintos isomorfismos de  $g$  en  $C^n$ , harán corresponder a  $[\cdot, \cdot]$  con distintos  $\mu$ , pero isomorfos, es decir en una misma órbita. Así dada un álgebra de Lie  $g$  identificaremos a  $g$  con un  $\mu$  en esa órbita. Nos referiremos a un  $\mu \in L$  de manera indistinta como corchete o álgebra de Lie.

Todas las álgebras de Lie consideradas en esta nota serán complejas y de dimensión finita.

## Deformaciones lineales de álgebras de Lie

Dada un álgebra de Lie  $\mu \in L$ , una deformación lineal de es una familia de álgebras de Lie

$$\mu(t) = \mu + t\sigma, t \in C, \sigma \in V. \quad (1)$$

No es difícil ver que  $\mu$  es un producto de Lie si y sólo si  $\sigma$  es un producto de Lie y es además un 2-cociclo de  $\mu$ . La deformación es no trivial si para  $t$  arbitrariamente pequeños,  $\mu_t$  no es isomorfa a  $\mu$ .

Si  $\mu$  es rígida, toda deformación lineal es trivial.

## Cociclos y cohomología

Dada un álgebra de Lie  $\mu$ ,  $\sigma$  es un 2-cociclo de  $\mu$  si está en el núcleo de la transformación lineal

$$d^2: \Lambda^2 C^{n*} \otimes C^n \rightarrow \Lambda^3 C^{n*} \otimes C^n$$

definida por

$$d^2(\sigma)(x,y,z) = [x,\sigma(y,z)] - [y,\sigma(x,z)] + [z,\sigma(x,y)] - \sigma([x,y],z) + \sigma([x,z],y) - \sigma([y,z],x).$$

El segundo grupo de cohomología adjunta de  $\mu$  es

$$H^2(\mu, \mu) = \text{Ker } d^2 / \text{Im } d^1,$$

donde

$$d^1: C^{n*} \otimes C^n \rightarrow \Lambda^2 C^{n*} \otimes C^n$$

está definida por

$$d^1(\sigma)(x,y) = [x,\sigma(y)] - [y,\sigma(x)] - \sigma([x,y]).$$

Si la clase de cohomología de  $\sigma$  es nula,  $[\sigma] = 0 \in H^2(\mu, \mu)$ , la deformación lineal (1) es trivial. Luego para construir deformaciones lineales que puedan resultar no triviales nos restringiremos a 2-cociclos  $\sigma$  con  $[\sigma] \neq 0 \in H^2(\mu, \mu)$ .

## Álgebras de Lie rígidas y no rígidas

No hay al día de hoy un método para construir álgebras de Lie rígidas, ni tampoco varias maneras de decidir si un álgebra de Lie dada es rígida o no. Por un lado tenemos un test cohomológico clásico que asegura rigidez:

$$H^2(\mu, \mu) = 0 \Rightarrow \mu \text{ es rígida.}$$

Por otro lado, si podemos construir una deformación lineal no trivial de  $\mu$ , entonces  $\mu$  no es rígida.

Una clase de álgebras de Lie rígidas es la de las álgebras semisimples, pues si  $\mu$  es semisimple, entonces  $H^2(\mu, \mu) = 0$ .

En un trabajo reciente [1] se probó que genéricamente un álgebra de Lie con un factor abeliano, no es rígida. Más aún en ese trabajo se muestra como construir de manera sistemática una deformación lineal no trivial para esa clase, con una sola excepción: un álgebra de Lie perfecta más un factor abeliano de dimensión 1. Recordamos que un álgebra de Lie es perfecta si su álgebra derivada o conmutador es igual a ella. Las semisimples son

ejemplos de álgebras de Lie perfectas. De ahora en más, dada un álgebra de Lie  $\mathfrak{g}$  con corchete de Lie  $\mu$ , identificaremos a  $\mathfrak{g}$  con  $\mu$  escribiendo indistintamente uno u otro.

Ejemplo. El álgebra de Lie  $\mathfrak{g} = \mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) \oplus \mathbb{C}$  es rígida, pues  $H^2(\mathfrak{g}, \mathfrak{g}) = 0$ .

Ejemplo (Tomado de [1]). Sea  $\mathfrak{g} = \mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^2$  el producto semidirecto de  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$  por su representación estándar.  $\mathfrak{g}$  es perfecta y es rígida, pues  $H^2(\mathfrak{g}, \mathfrak{g}) = 0$

Sea  $\mathfrak{g}_a$  la suma directa de  $\mathfrak{g}$  más un factor abeliano de dimensión 1,  $\mathfrak{g}_a = \mathfrak{g} \oplus \mathbb{C}$ . Esta, claramente, no es perfecta.

Si  $\{e_1, e_2\}$  es la base canónica de  $\mathbb{C}^2$  y  $\{a\}$  es base del factor abeliano  $\mathbb{C}$  de  $\mathfrak{g}_a$ , entonces  $\sigma$  dado por

$$\sigma = e_1^* \wedge e_2^* \otimes a,$$

donde  $\{e_1^*, e_2^*\}$  es la base dual de  $\{e_1, e_2\}$  es un 2-cociclo de  $\mathfrak{g}_a$ .

La correspondiente deformación lineal  $\mathfrak{g}_a(t)$  está dada por:

$$\begin{aligned} [H, E]_t &= 2E, & [H, F]_t &= -2F, \\ [E, F]_t &= H, \\ [H, e_1]_t &= e_1, & [H, e_2]_t &= -e_2, \\ [E, e_2]_t &= e_1, \\ [F, e_1]_t &= e_2, & [e_1, e_2]_t &= ta. \end{aligned}$$

El álgebra de Lie  $\mathfrak{g}_a(t)$  es perfecta para todo  $t \neq 0$ , luego la deformación lineal es no trivial.

### Construcción de un álgebra rígida como deformación de otra

Una observación que cabe destacar es que el álgebra del ejemplo anterior,  $\mathfrak{g}_a(t)$ , es rígida. Luego, una pregunta natural es si es posible generalizar este ejemplo, poniendo  $\mathfrak{sl}_n(\mathbb{C})$  en lugar de  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$ , para construir una nueva familia de álgebras de Lie rígidas no conocidas hasta ahora. Es decir, comenzar con el álgebra de Lie

$$\mathfrak{g}_a = \mathfrak{sl}_n(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}_n \oplus \mathbb{C},$$

y luego deformarla para obtener una rígida. Una primera respuesta es no, pues el 2-cociclo  $\sigma$  de  $\mathfrak{g}_a$  en el ejemplo, no tiene análogo para este caso más general. Sin embargo, la respuesta es sí, cambiando el 2-cociclo  $\sigma$ .

En esta sección describimos en detalle la primera instancia de esta nueva construcción, el caso  $n = 2$  correspondiente a comenzar con el álgebra de Lie  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^2 \oplus \mathbb{C}$ .

Sea  $\mathfrak{g}_0 = \mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^2$  donde la acción de  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$  sobre  $\mathbb{C}^2$  es la evaluación, es decir  $\mathbb{C}^2$  es la representación estándar de  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$  y es el producto semidirecto de  $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$  por  $\mathbb{C}^2$  con esta representación.

Podemos ver a  $\mathfrak{g}_0$  como el álgebra de Lie de matrices  $3 \times 3$  en bloque de la forma

$$\left( \begin{array}{c|c} \mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) & \mathbb{C}^2 \\ \hline 0 & 0 \end{array} \right).$$

Recordamos que el corchete de Lie de matrices, es el conmutador:  $[A, B] = A \cdot B - B \cdot A$ .

Proposición El álgebra de Lie  $\mathfrak{g}_0 = \mathfrak{sl}_2(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^2$  con la representación estándar, es rígida. Más aún  $H_2(\mathfrak{g}_0, \mathfrak{g}_0) = 0$ .

Dado que  $\dim \mathfrak{g}_0 = 5$ , su segundo grupo de cohomología adjunta se puede calcular a mano.

Consideramos ahora el álgebra de Lie

$$\mathfrak{g}_a = \mathfrak{g}_0 \oplus \mathbb{C}$$

y calculamos su segundo grupo de cohomología adjunta, algo que también es posible hacer a mano a pesar de que el tamaño de la cuentas involucradas crece.

Proposición

$H_2(\mathfrak{g}_a, \mathfrak{g}_a) \neq 0$ , más aún  $\dim H^2(\mathfrak{g}_a, \mathfrak{g}_a) = 2$ .

Un 2-cociclo de distinguido para nuestra construcción, con clase de cohomología no nula,  $[\sigma] \neq 0$ , es:

$$\sigma = e_1^* \wedge a^* \otimes e_1 + e_2^* \wedge a^* \otimes e_2,$$

donde  $\{e_1, e_2\}$  es la base  $\mathbb{C}^2$  canónica de  $\{e_1^*, e_2^*\}$ , su base dual,  $\{a\}$  es base del factor abeliano y  $\{a^*\}$  su base dual.

Proposición  $g_a(t) = g_a + t\sigma$  es una deformación lineal de  $g_a$ . Más aún,  $g_a(t_1)$  es isomorfa a  $g_a(t_2)$  si  $t_1, t_2 \neq 0$ . Esta deformación resulta muy especial.

Teorema. El álgebra de Lie  $g_a(1) = g_a + \sigma$ , es rígida.

La razón de la rigidez de esta álgebra se sigue de tener segundo grupo de cohomología igual a 0 y una vez más dado que la dimensión es aún baja,  $\dim g_a(1) = 6$ , el cálculo se puede hacer a mano.

Para poder extender esta construcción y construir una familia de nuevas álgebras de Lie rígidas como deformaciones de  $sl_n(\mathbb{C}) \ltimes \mathbb{C}^n \oplus \mathbb{C}$ , el primer paso es entender de manera sistemática los grupos de cohomología que aparecieron:

$$H^2(g_a, g_a) \neq 0 \text{ y } H^2(g_a(1), g_a(1)) = 0.$$

## La teoría de representaciones y cohomología

La teoría de representaciones de álgebras de Lie semisimples es una herramienta muy potente y bien entendida.

Las representaciones o módulos irreducibles de dimensión finita están caracterizados por sus pesos máximos y toda representación o módulo de dimensión finita es completamente reducible y su descomposición como suma de submódulos irreducibles está determinada por sus vectores de peso máximo.

Un morfismo de módulos sobre un álgebra semisimple preserva las componentes isotópicas, es decir lleva un submódulo de un peso dado a la componente isotópica de ese peso, esto es la suma directa de todos los submódulos irreducibles de ese mismo peso. Más aún, un vector de peso máximo es llevado a otro vector de peso máximo del mismo peso o a 0.

Las álgebras  $g_a$  y  $g_a(1)$  y son  $sl_2(\mathbb{C})$ -módulos de manera natural y luego también los son los grupos de cohomología  $H^2(g_a, g_a)$  y  $H^2(g_a(1), g_a(1))$ . Recordemos que todo  $sl_2(\mathbb{C})$ -módulo es suma directa de submódulos irreducibles  $V_\lambda$  y que estos están determinados por su peso máximo  $\lambda$ , un entero no negativo. La dimensión de  $V_\lambda$  es  $\dim V_\lambda = \lambda + 1$ .

Para calcular los grupos de cohomología  $H^2(g_a, g_a)$  y  $H^2(g_a(1), g_a(1))$  que queremos usamos la teoría de representaciones de  $sl_2(\mathbb{C})$  como herramienta fundamental.

### Paso 1. Descomponer los espacios involucrados como suma de irreducibles.

Espacio	dim	# irreducibles	Pesos máximos (mult)
$g_a$	6	3	2(1); 1(1); 0(1)
$g_a^* \otimes g_a$	36	14	4(1); 3(2); 2(4); 1(4); 0(3)
$\Lambda^2 g_a^* \otimes g_a$	90	31	5(1); 4(3); 3(6); 2(8); 1(8); 0(5)

Notar que las estructuras de  $\mathfrak{g}$ -módulo de  $g_a$  y de la deformación son las mismas, luego la descomposición de arriba es la misma para ambas.

### Paso 2. Evaluar las diferenciales en cada componente isotópica, restringidas al subespacio de vectores de peso máximo del correspondiente peso. Notar que estos espacios son de dimensión mucho más pequeña que el espacio total y aún que la dimensión de toda la componente isotópica.

Las diferenciales correspondientes a  $d_1$  y a  $d_2$  son distintas, pues los corchetes son distintos. En cada caso tenemos que:

Álgebra	Espacio	Pesos máximos (mult)
$g_a$	$\text{im } d^1$	2(1); 1(1); 0(1)
$g_a$	$\text{ker } d^2$	4(1); 3(2); 2(4); 1(4); 0(3)
$g_a(1)$	$\text{im } d^1$	2(1); 1(1); 0(1)
$g_a(1)$	$\text{ker } d^2$	4(1); 3(2); 2(4); 1(4); 0(3)

### Paso 3. Deducir la estructura de $sl_2(\mathbb{C})$ -módulo del segundo grupo de cohomología buscado. Del paso anterior se sigue que

$$H^2(g_a, g_a) = \langle \sigma_1, \sigma_2 \rangle,$$

$$\text{donde } \sigma_1 = e_1^* \wedge a^* \otimes e_1 + e_2^* \wedge a^* \otimes e_2$$

$$\text{y } \sigma_2 = e_1^* \wedge e_2^* \otimes a,$$

$$\text{y que } H^2(g_a(1), g_a(1)) = 0.$$

Nota. El segundo 2-cociclo,  $\sigma_2$ , es el usado en el ejemplo de la Sección 3.



## Generalización de la construcción anterior

La construcción anterior, los métodos y los resultados se generalizan tomando  $sl_n(\mathbb{C})$  en vez de  $sl_2(\mathbb{C})$ , para cualquier  $n$ . El siguiente caso corresponde a  $sl_3(\mathbb{C})$ .

Comenzamos con

$$g_a = sl_3(\mathbb{C}) \ltimes C_3 \oplus C,$$

y consideramos una deformación lineal que resulta rígida.

El álgebra  $g_a$  tiene dimensión 12, por lo cual los espacios involucrados para calcular su cohomología de grado 2 y luego la de la deformada,  $g_a^* \otimes g_a$  y  $\Lambda^2 g_a^* \otimes g_a$ , tienen dimensiones 144 y 792 respectivamente. La estructura de  $g_a$  es bien conocida; se tiene que

Espacio	dim	# irreducibles	Pesos máximos (mult)
$g_a$	12	3	(1,1)(1); (1,0)(1); (0,0)(1)

Para el resto, aunque aún es posible hacer los cálculos a mano, el auxilio de la computadora resulta efectivo<sup>2</sup>. Luego se muestra que

$$H^2(g_a, g_a) = \langle \sigma_1 \rangle$$

donde

$$\sigma_1 = e_1^* \wedge a^* \otimes e_1 + e_2^* \wedge a^* \otimes e_2 + e_3^* \wedge a^* \otimes e_3.$$

Cabe decir que para nuestro objetivo es suficiente saber que  $\sigma_1$  es un 2-cociclo. Hemos probado el siguiente resultado general.

Proposición. Para todo  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\sigma = \sum_{i=1}^n e_i^* \wedge a^* \otimes e_i$  es un 2-cociclo de  $g_a$ .

Finalmente probamos, para el caso  $n = 3$  que

$$H^2(g_a(1), g_a(1)) = 0.$$

y así la deformación  $g_a(1)$  de  $g_a$  es rígida. Para extender este último resultado al caso general, es necesario sistematizar los cálculos y probar algunos resultados intermedios. Estamos trabajando en esta última etapa del proyecto.

<sup>2</sup> Diversos cálculos se hicieron en Maple.

## Referencias

[1] Josefina Barrionuevo, Diego Sulca and Paulo Tirao, *Deformations and rigidity in varieties of Lie algebras*, Journal of Pure and Applied Algebra 227 (2023) 107217. <https://doi.org/10.1016/j.jpaa.2022.107217>.



Paulo Andrés TIRAO

Doctor en Matemática por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Actualmente, se desempeña como profesor titular en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) y como investigador independiente en el Centro de Investigación y Estudios de Matemática (CIEM) del CONICET. Profesor en Guangdong Technion Israel Institute of Technology, Guangdong Province, China. Es experto en: Álgebra, Álgebra homológica, Teoría de Representación, Geometría, con una gran trayectoria en esta línea: más de 20 publicaciones, tesis de grado y posgrado y participación en proyectos de CyT.

Email: [paulo.tirao@gmail.com](mailto:paulo.tirao@gmail.com) / Código ORCID 0000-0001-6692-9830



### Estela Fátima FERNÁNDEZ

Magíster en Matemática por la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Actualmente, se desempeña como profesor titular en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET). Actualmente es alumna de la carrera de posgrado Doctorado en Ciencias Exactas y Tecnología-UNT, con conocimiento en: Álgebra, Teoría de Representación, Geometría, con más de 20 años en proyectos en esta línea, directora de proyecto durante desde 2019, actualmente directora de proyecto PIUNT 2023.

Email: [efernandez@herrera.unt.edu.ar](mailto:efernandez@herrera.unt.edu.ar) / Código ORCID 0000-0003-2895-7261

---

Este trabajo de investigación se realizó en el periodo 2021-2022, en la Facultad de Ciencias Exactas de Tucumán-Universidad Nacional de Tucumán, en el marco del trabajo de tesis de Fernandez con dirección del Dr. Tirao es Director, actualmente se encuentra en proceso de generalización.

---

cet

REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

# 10 Buenas razones para emprender una formación doctoral en ingeniería

Adolfo M. ÁVILA <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Av. Independencia 1800, C.P. 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina  
<sup>2</sup> Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA) CONICET - Universidad Nacional de Tucumán

Hace unos meses atrás, un par de estudiantes próximos a completar su carrera de grado me dicen: *“Profe, nosotros tenemos el deseo de hacer un posgrado, pero se nos presentan muchas dudas en este momento. Nos impacienta el hecho de prolongar los estudios luego de completar nuestra carrera de grado. A la vez, estamos ansiosos por tener nuestra primera experiencia laboral como ingenieros y recibir un sueldo. Desde luego, también nos preocupa la situación económica. En esta situación actual, ¿nos recomendaría hacer un doctorado?”* Me indagan.

¡Absolutamente sí! les contesté, y les detallé al menos 10 razones que avalan esta respuesta claramente afirmativa. Describo a continuación, cada uno de estos puntos los cuales resultan de interés para ingenieros (recién graduados o no) que se encuentre en tal disyuntiva.

## La ingeniería está íntimamente ligada al desarrollo tecnológico

Es indudable que todas las áreas de las ingenierías tienen un rol clave en el desarrollo tecnológico mundial y su importancia es creciente hacia el futuro. Los logros tecnológicos en la ingeniería son innumerables y se pueden apreciar diariamente. Cualquier estudio de posgrado a iniciar, nos acerca a las maravillas tecnológicas logradas por la ingeniería y nos pone inmediatamente en el camino de la formación continua en el desarrollo tecnológico. Esto es particularmente así en una formación de doctorado.

## La educación para el futuro requiere intensificar el pensamiento crítico

Diversos autores asociados a la educación [Costa y Kallik (2004), Friedman (2016)] coinciden en que, además del conocimiento académico formal, las principales habilidades que le permiten al joven graduado un aprendizaje continuo a lo largo de su carrera profesional son esencialmente las siguientes:

- Pasión por lo que se hace
- Curiosidad
- Motivación
- Perseverancia
- El análisis y pensamiento crítico.

Todas estas habilidades se desarrollan inherentemente durante el transcurso de una carrera de doctorado, las cuales tienen tanta importancia como el aprendizaje académico formal.

## Mayor demanda de ingenieros de I+D+i

A nivel global existen dos demandas principales de ingenieros que se requieren cubrir actualmente.

*Demanda de ingenieros de gerenciamiento o “managers” de la producción.* Existe una demanda continua de ingenieros de gerenciamiento de la producción, de la logística y de los sectores administrativos. Es una demanda que está siempre asociada a la actividad económica. Estos ingenieros cumplen roles claves dentro de las operaciones de los sectores productivos.

*Demanda de Ingeniero de I+D+i.* La rápida generación de conocimiento en el siglo XXI y la globalización como efecto integrador del mundo lleva a una demanda de ingenieros de I+D, también hoy conocidos como de I+D+i (Investigación + Desarrollo + Innovación). Internacionalmente se los identifica como “*R&D engineers*”.

Los ingenieros de I+D+i tienen un alto potencial para la generación de soluciones tecnológicas innovadoras en los campos asociados a la energía, los procesos urbanos, el medio ambiente, las comunicaciones, la electrónica y la salud. Son aquellos con la habilidad de tomar pruebas de concepto a nivel laboratorio y transformarlos en productos tecnológicos. Requieren excelente formación científica, mínimamente a nivel de maestría, pero preferentemente doctorado. De esta forma, adquieren la habilidad de diseñar experimentos y crear sus propios códigos computacionales para el manejo y tratamiento de información digital. Además, se intensifica el manejo fluido del idioma inglés oral y escrito para generar reportes y presentaciones a nivel internacional.

### Impronta para resolver problemas tecnológicos complejos de la sociedad

Nos encaminamos hacia una economía circular que implica el desarrollo económico priorizando 3 aspectos [Ávila y Araoz (2023)]:

- Planificación previa en cuanto a la gestión de residuos y contaminantes
- Maximizar el uso de materiales y subproductos
- Regenerar los sistemas naturales

En este contexto hay un enorme espacio para la innovación de productos y procesos donde la participación de la ingeniería para concretar nuevas tecnologías tiene una importancia clave.

Existe una fuerte necesidad de que los esfuerzos de investigación científica y académica tengan impacto en los sectores económicos, productivos y del medio ambiente en las regiones de influencia de los centros científicos y académicos. Esto se puede hacer a través de doctorados con una impronta en la formación

de profesionales que apunten a la búsqueda de soluciones concretas y factibles para enfrentar los desafíos del desarrollo sustentable a nivel global.

### Mejora la innovación y la creatividad

La generación de buenas ideas es el nuevo valor de cambio en el siglo XXI. Cada buena idea que se genera trae como consecuencia una ramificación de nuevas buenas ideas, creando así, un círculo virtuoso de innovación. Dentro del área de ingeniería, la probabilidad de innovar adecuadamente aumenta con la mayor formación técnico científica asociada tanto a los fundamentos teóricos como a la práctica experimental. Esta es otra ventaja que florece al alentar la formación de ingenieros de I+D+i mediante la realización de una tesis doctoral.

La innovación es importante porque existe una correlación entre la mayor capacidad de innovación (patentes, marcas, empresas tecnológicas) y el ingreso por persona en los países y regiones del mundo. Así lo indica el Índice de Innovación Global (GI) que califica a los países de acuerdo al grado de innovación (Ver Tabla). Es interesante tener en cuenta que muchos de los países más innovadores son aquellos que presentan una mayor fracción de su población activa con nivel de doctorado [OECD (2019)].

INDICE DE INNOVACION GLOBAL (2022)	
Las 10 economías más innovadoras*	
1	Suiza
2	Estados Unidos
3	Suecia
4	Reino Unido
5	Países Bajos
6	República de Corea
7	Singapur
8	Alemania
9	Finlandia
10	Dinamarca

\* World Intellectual Property Organization [WIPO (2022)]

## Chances de generar un emprendimiento a través de una start-up tecnológica

Todo ese conocimiento generado durante una tesis de doctorado es deseable aprovecharlo para volcarlo en el desarrollo de un emprendimiento tecnológico que pueda crear valor económico proporcionando así, servicios y nuevos puestos laborales calificados.

Es necesario para el investigador tecnológico transitar desde sus inicios el camino del emprendimiento que pueda llevar a la generación de empresas de base tecnológica. La retroalimentación proveniente del esfuerzo emprendedor permite mejorar el desarrollo científico/tecnológico.

## Entrena la comunicación efectiva

Una preparación científica como la que provee una formación de doctorado también entrena el ejercicio de la comunicación audiovisual y escrita. Se enfatiza aquí en particular la importancia del lenguaje escrito como una herramienta efectiva de comunicación. La importancia de poner el conocimiento por escrito representa la forma más cercana a la objetividad y su mensaje prevalece en el largo plazo. Es importante destacar que todo nuevo conocimiento científico y tecnológico (metodología, diseño, software, prototipo tecnológico, etc.) requiere una validación por parte de revisores externos independientes para lo cual debe ser documentado en forma escrita con claridad y precisión.

El ingeniero de I+D+i requiere el ejercicio diario de la comunicación por escrito en tareas asociadas a la revisión crítica de proyectos, informes tecnológicos, documentos técnicos legales entre otros.

## Proyección internacional

La formación de doctorado nos pone inmediatamente en contacto con lo que se trabaja en ciencia y tecnología a nivel internacional en el área específica de estudio (estado del arte).

Los avances logrados durante la investigación de una tesis doctoral son comúnmente revisados por científicos expertos situados ya sea en EEUU, Europa o Asia. Tal contexto ofrece muchas oportunidades de conocer, visitar o trabajar en centros científicos y tecnológicos de prestigio internacional.

## Mayores chances de estar en sintonía con los códigos de ética profesional

El ejercicio profesional de la ingeniería está asociado al bien común de la sociedad. Esto significa que debe sintonizar con los códigos de ética profesional de cada región o país donde se encuentre el lugar de trabajo.

En ética profesional hay dos conceptos claves que son objeto de penalizaciones a través de los diferentes códigos de ética establecidos alrededor del mundo, a saber, i) *Incompetencia*: el profesional en el ejercicio de su profesión puede causar daño, pero ignora este hecho por desconocimiento. ii) *Negligencia*: el profesional en el ejercicio de su profesión puede causar daño, sin embargo, siendo consciente de este hecho doloso, no se esfuerza en remediarlo.

Una formación de doctorado donde se intensifica el pensamiento crítico y la comprensión completa de los fenómenos complejos que ocurren y sus posibles derivaciones, ofrece mayores chances de cumplir con los códigos de ética profesionales.

## Profesionales con integridad y buena reputación en la sociedad

Los ciudadanos nos enfrentamos diariamente al bombardeo continuo de información divergente a través de los diferentes tipos de medios de comunicación masiva, redes sociales y organizaciones con influencia. El entrenamiento científico ejercido por los individuos de la manera más honesta es una herramienta altamente eficaz para el discernimiento adecuado dentro de este contexto.

Los profesionales con formación científica reciben, a través de una tesis doctoral, un entrenamiento riguroso en análisis de datos, en correlaciones

precisas entre variables múltiples y en la fundamentación racional de los resultados observados. Tal formación les otorga mayores chances, a través del debate abierto de ideas, de generar certidumbre y aportar claridad en diferentes aspectos de interés comunitario como así también dentro de instituciones públicas o privadas. El aporte de conocimiento realizado con honestidad intelectual trae aparejado un beneficio directo al bien común de la sociedad y a su desarrollo humano.

## Comentarios finales

La carrera profesional es un camino largo y sinuoso, sin embargo, es importante destacar que es un camino personal y único para cada individuo. La formación de doctorado es un entrenamiento que proporciona excelentes herramientas científicas y profesionales para acompañar de la mejor manera en el camino propio y original que se esté dispuesto a emprender como profesional de la ingeniería.

## Referencias

Ávila, A.M., Araoz, M.E. Merging renewable carbon-based materials and emerging separation concepts to attain relevant purification applications in a circular economy. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2023, 62, 4793–4799.

Costa, Arthur L; Bena, Kallick. *Discovering and Exploring Habits of Mind (Habits of Mind - A Developmental Series)*. Publisher: Hawker Brownlow Education Pty Ltd, 2004.

Friedman, Thomas. *Thank You for Being Late: An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*. Farrar, Straus and Giroux; First Edition, 3rd printing, 2016.

OECD (2019), "Share of 25-64 year-olds with a doctorate (2018)", in *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris.



### Adolfo María ÁVILA

Doctor en Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Tucumán. Investigador Independiente de CONICET en INQUINOA (CONICET, UNT) y Profesor Adjunto en la Cátedra de Fundamentos de Química General en el Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial de la FACET, UNT. Miembro de la Comisión Académica de la Carrera de Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, FACET, UNT.

Email: [aavila@herrera.unt.edu.ar](mailto:aavila@herrera.unt.edu.ar) / ID: [orcid.org/00000001-5304-008X](https://orcid.org/00000001-5304-008X)

# Repensando Tecnología e Ingeniería

Walter M. WEYERSTALL

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET). Tucumán, Argentina

«Como todos los hombres de Babilonia, he sido procónsul; como todos, esclavo; también he conocido la omnipotencia, el oprobio, las cárceles. Miren: a mi mano derecha le falta el índice. Miren: por este desgarrón de mi capa se ve en mi estómago un tatuaje...», comienza Borges a relatar-nos *La Lotería de Babilonia*: un lugar donde la vida de las personas se decide absolutamente, cada día, por azar. Leyendo Borges tal vez ficción en la honda realidad, habilidad que le era tan natural como ingeniosa, para dejarnos alguna hipótesis no tan evidentes sobre la naturaleza humana: nos comportamos como si contáramos con la certeza de lo que acontecerá mañana, y certeza en predecir las consecuencias de nuestros actos. Lo cierto es que se trata de mera ilusión: no sabemos qué sucederá el próximo minuto en nuestras vidas. Quiero, con esta mínima introducción, presentar el libro próximo a publicar por la editorial Springer: *Rethinking Technology and Engineering (Dialogues Across Disciplines and Geographies)*, editado por Albrecht Fritzsche y Andrés Santa-María. Libro del que participo como habitante de Babilonia: por azar un grupo de pensadores argentinos me contactó después de leer un ensayo de mi autoría y que tuvo la deferencia de publicar la Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad. Las autoridades de la FACET confiaron en mí y apoyaron la iniciativa desde el primer momento. Mi agradecimiento se hace público a partir de esta línea. El grupo conformado por varias y distintas universidades del país viene trabajando en la naciente Filosofía de la Tecnología; en esta oportunidad nos propusimos trabajar el tema *'Judgment' in Engineering (Philosophical discussions and pedagogical opportunities)*, convertido hoy en título del capítulo publicado por



Springer dentro del libro correspondiente a la serie *Philosophy of Engineering and Technology*.

El propósito del trabajo es sentar las bases para la discusión sobre la importancia de la filosofía en la formación profesional, sustentada en la definición general de ingeniería proporcionada por la *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET). Tal definición establece que los conocimientos de ingeniería específicos se aplican «con [buen]<sup>1</sup> juicio» por parte de las ingenieras e ingenieros. La partícula «con [buen] juicio» oficia de nexo entre aspectos epistemológicos asociados al conocimiento, y aspectos pragmáticos referidos a las finalidades que debe tener dicho conocimiento. En este trabajo proporcionamos una definición formal de «[buen] juicio»

<sup>1</sup> Intervengo con el adjetivo «buen» en la traducción al español porque la palabra inglesa *judgement* refiere a un «buen juicio», no a cualquier juicio.

para ilustrar los vínculos conceptuales entre la elección de cursos de acción, la racionalidad, y el pensamiento crítico, en el contexto de la profesión de ingeniería. Al hacerlo, señalamos la relevancia de incluir la formación filosófica en la formación de ingenieras e ingenieros. Es importante que las y los ingenieros, mediante el estudio adecuado de las humanidades, desarrollen la competencia del pensamiento crítico para identificar, seleccionar, o crear un sistema racional con criterios culturales dirigidos al «beneficio de la humanidad», siendo capaces de justificar sus acciones utilizando paradigmas que van más allá de la mera técnica. Finalmente, presentamos un enfoque pedagógico denominado «modelo de barrilete» que nos permite poner en práctica estas ideas en el aula.

Creo oportuno destacar, a modo de animar a participar de este tipo de proyectos, que la anterior publicación en esta prestigiosa editorial se registró a mediados del siglo pasado con un libro sobre máquinas eléctricas sincrónicas cuyo autor es el Dr. Ing. Gottfried Gotter. Ésto al menos es lo que surge de los registros en el Departamento de Electricidad Electrónica y Computación de la FACET. Si bien

más de medio siglo ha pasado, hoy es posible mediante la integración de equipos multi-institucionales y transdisciplinarios favorecidos por la red. Y las consecuencias son impredecibles en la sociedad en red, en la lotería de Babilonia.

Finalmente quiero presentar y a la vez agradecer al grupo de coautores del trabajo: Giuliano, Héctor Gustavo; Giri, Leandro Ariel; Nicchi, Fernando Gabriel; Weyerstall, Walter Mario; Ferreira Aicardi, Lydia Fabiana; Parselis, Martín; and Mersé, Sergio.

Y también mencionar las respectivas filiaciones: Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina; Universidad Nacional de Tres de Febrero, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina; Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina; Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica Argentina, Argentina.

## Bibliografía

Borges, Jorge Luis. *Borges esencial. Edición Conmemorativa / Essential Borges: Commemorative Edition*. PRH Grupo Editorial, 2017, p 45.

Weyerstall, Walter M. "Ser Ingeniero." *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, vol. 10, no. 29, 2015, pp. 263-272, <http://www.revistacts.net/contenido/numero-29/ser-ingeniero/>.



### Walter Mario WEYERSTALL

Ingeniero Electrónico, Profesor Titular del Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación de la FACET-UNT. Obtuvo una Maestría de Dirección de Empresas por la Fundación del Tucumán y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Es profesor de posgrado en la Maestría Binacional en Proyectos de Ingeniería, entre la Universidad de Ciencias Aplicadas de Biberach (Alemania) y la UNT. Ha trabajado en la industria electrónica, en la dirección de empresas, en consultoría. Actualmente está entregado por completo a la vida académica. Su interés es integrar la formación social y humanística tanto en los programas de grado como posgrado en ingeniería. Ha publicado artículos nacionales e internacionales y ha participado en capítulos de libros relacionados con repensar la ingeniería desde lo social y humanista. Además de ingeniero y académico, Walter Weyerstall, es aficionado a la literatura. Ha publicado cuentos y ensayos en ediciones compartidas con otros autores. Su pasión por la ingeniería, las humanidades y las letras, le acompaña en la práctica de los deportes de montaña.

Email: [wweyerstall@herrera.unt.edu.ar](mailto:wweyerstall@herrera.unt.edu.ar)



# La Profesora Estela Lindholm de Moris: el origen de la Lectocomprensión en inglés en la FACET

María B. LAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tucumán.  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.  
Departamento de Física. Tucumán, Argentina.

## Introducción

Con el propósito de reconstruir la historia de la enseñanza del Inglés en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), entrevistamos a la Profesora Estela Lindholm de Moris quien inaugurara la Cátedra de Idioma inglés de la FACET en 1962.

En aquellos años, el profesorado en Inglés de la UNT no ofrecía formación en el área de lo que en el presente conocemos como Lectocomprensión por lo que la Prof. Lindholm se enfrentó al enorme desafío que implicaba enseñar a los estudiantes de las carreras de ingeniería a leer en inglés para que pudieran acceder a bibliografía de cada una de sus áreas de especialidad. Era esta un área de vacancia ya que las disciplinas que hoy conocemos como Inglés con Propósitos Específicos (*ESP, English for Specific Purposes*) e Inglés con Propósitos Académicos (*EAP, English for Academic Purposes*), surgen más tarde. En el contexto internacional, el ESP surge fines de los años 70 como un desafío para la enseñanza del Inglés (*ELT, English Language Teaching*) de abordar la enseñanza del idioma a partir de las necesidades específicas de un grupo de aprendientes. Estos grupos de adultos demandaban que sus necesidades de aprendizaje se reflejaran de manera más clara en los programas de las asignaturas que cursaban. El EAP se origina a partir del ESP, dirigido a alumnos de nivel superior que necesitaban



desarrollar otro tipo de habilidades (*study skills*) entre las que podemos destacar estrategias para abordar la lectura de diferentes tipos de textos (Howatt y Widdowson, 2004). Es allí donde podemos ubicar las necesidades de los estudiantes de las carreras de ingeniería de la FACET donde la lengua extranjera es el medio para llegar a un

objetivo, acceder a textos científico-técnicos que no estaban traducidos al español.

La Prof. Lindholm se encuentra con la ardua tarea diseñar el material para esta asignatura ya que los libros de textos utilizados para dar clases de lengua inglesa tradicionales apuntaban a las cuatro habilidades (leer, escuchar, hablar y escribir). Estaban diseñados para enseñar inglés con propósitos generales y, en consecuencia, no se ajustaban a las necesidades de estos estudiantes universitarios. Por ello, planifica y selecciona el material que, además de estar relacionado con los temas disciplinares de las carreras que cursaban sus alumnos, reuniera los contenidos lingüísticos que necesitaban enseñar. A partir del análisis metódico de ese material y de las observaciones que realizaba en sus clases se origina la serie de publicaciones que la Prof. Lindholm realiza junto con su colega y amiga la Prof. Hilda Sahian de Chanta a lo largo de 30 años.

Y es en esos años justamente que se fue configurando esta área de enseñanza del inglés como lengua extranjera que hoy conocemos como Lectocomprensión, es decir la enseñanza de la habilidad de la lectura en idioma inglés. Sus publicaciones tuvieron gran impacto en nuestra provincia, no sólo en la FACET sino también en otras unidades académicas.

## Metodología

Nos servimos del recurso metodológico relato de vida definido como un enfoque biográfico que implica elaborar conocimientos a partir de una narración o biografía. Según **Cornejo** (2006), es un enfoque que se elabora “desde adentro”, a partir de la narración de los protagonistas del hecho que se quiere reconstruir. Así también, **Correa** (en Cornejo 2006) explica que este método se apoya en la propia historia del investigador, relacionada con su trayectoria académica pero también en su concepción del mundo, en su ideología. Por ello, consideramos que el relato de vida es una técnica cualitativa que resulta adecuada para reconstruir la historia de la Lectocomprensión en la FACET a través de la voz de su protagonista. El esquema inicial de la entrevista se diseñó con preguntas que apuntaban a distintos momentos de la vida

académica de la Prof. Lindholm. Los ejes centrales sobre los que se organizaron las preguntas fueron: su formación académica, los comienzos en la FACET, la creación del método de enseñanza y las contribuciones al área (publicaciones, etc.).

Realizamos dos entrevistas de manera presencial para la recolección de los datos. La primera, fue realizada en un bar en zona céntrica que eligió la entrevistada en junio de 2019. Debido al contexto de pandemia del 2020 no se pudieron realizar encuentros presenciales por lo que se detuvo la recolección de datos. En junio de 2021 retomamos la investigación y realizamos la segunda entrevista. A ese segundo encuentro se sumó la Prof. Hilda Sahian de Chanta, colega y amiga de la Prof. Lindholm, quien aportó valiosa información respecto del proceso por el cual ambas produjeron vasta literatura específica que se constituye en piedra fundamental para el área de la enseñanza del inglés con fines académicos.

## Entrevista a la profesora Estela Lindholm de Moris

Nos abocamos a transmitir los datos recabados en la entrevista a la Prof. Estela Lindholm de Moris donde relata sus inicios en la FACET y a la vez nos brinda un recorrido en primera persona por la historia de la Lectocomprensión desde sus orígenes por ser ella pionera en el desarrollo de esta área en nuestra provincia.

### *Un recorrido por su vida académica*

Cursa el profesorado en Inglés en la Facultad de Filosofía (FFYL) de la UNT, en ese momento, los alumnos cursaban en una casa frente a la Asistencia Pública (aún recuerda los sabañones que les causaba el frío en aquel edificio ya que sólo había una estufa colocada junto al profesor) y nombra a algunos de los que fueron sus docentes, Mr. Rush y Sra. de Novillo.

Se recibe en 1958 y al año siguiente, viaja a Inglaterra a una Escuela de Verano con una Beca otorgada a través de un convenio del British Council y la Facultad de Filosofía y Letras durante la gestión del decano de ese momento, el

profesor Zucchi (1960-1962). Allí, tiene la posibilidad de compartir con gente de diferentes partes del mundo perfeccionando su lengua y viajando a conocer ciudades importantes tales como Escocia, etc.

Ya como docente de la UNT en el año 1963, gana una Beca Fulbright de perfeccionamiento en la Universidad de Austin, Texas en donde pasa seis meses realizando cursos de Lengua Inglesa, Literatura, Fonética, Historia. Manifiesta que, si bien ambas experiencias en el exterior fueron enriquecedoras en lo personal y también en lo académico, no obtuvo allí formación específica relacionada con el área de la Traducción y/o Lectocomprensión.

### **Su ingreso a la FACET**

Rinde su primer concurso como Jefa de Trabajos Prácticos (para estar a cargo de cátedra) en 1962, e ingresa a la FACET. Previamente a ese concurso, ante la necesidad de los estudiantes de aprender inglés, el Prof. Scheuerman, quien tenía algún conocimiento de la lengua inglesa, era quien enseñaba inglés. Es la Prof. Lindholm quien inicia la asignatura Traducción Técnica de manera formal en la FACET ya que su ingreso coincide con la creación de la Cátedra de Idioma Inglés y es allí donde comienza el proceso de construcción de la asignatura con contenidos más pertinentes y específicos para esa área. Recuerda que, en esos primeros años, las clases se dictaban en “La Central”, en calle Ayacucho al 400 y, en el caso de Inglés, en un Aula Magna en las que los alumnos se sentaban en el suelo por lo cual no era “tan magna” según sus palabras.

Para ingresar a la FACET la Prof. Lindholm concursó junto a, nada menos que, otros seis postulantes por lo que al parecer era esta una posición muy requerida por sus colegas. Al ingresar, las autoridades de la facultad, “le dicen” que tenía que enseñar “traducción” lo cual implicaba el diseño de la asignatura desde cero ya que en sus estudios en el profesorado en inglés no había recibido formación en esa área. Nos explica además que, en esa época, la palabra traducción era una especie de “mala palabra” ya que estaba de moda el *Direct Method*, método que no permitía traducir

ni una palabra al español, por lo cual este pedido de enseñar traducción se le presenta como un enorme desafío tanto en lo personal como en lo académico. En este contexto, el desafío era, a su vez, prueba del área de vacancia que representaba la enseñanza del Inglés con Propósitos Académicos que como ya mencionamos empezó a tomar relevancia a nivel internacional hacia fines de los años 70.

En el año 1969, gana un concurso en la Facultad de Bioquímica, y Farmacia e inaugura allí también la cátedra de Inglés Técnico. De su paso por esa facultad recuerda al Prof. Peter Seeligman<sup>1</sup> quien comprendió y apoyó con firmeza su pedido de que la asignatura Inglés Técnico no estuviese ubicada en el primer año de las carreras que allí se dictaban. Permanece en ese cargo por un período corto de tres o cuatro años y decide no continuar para dedicarse de lleno a la asignatura que tenía a su cargo en la FACET.

Uno de los aportes fundamentales de la Prof. Lindholm fue la ubicación de la asignatura Idioma Inglés en los planes de estudio de las distintas carreras de la FACET luego del Ciclo Básico y no en primer año como sucede hasta el presente en la mayoría de las facultades de la UNT. Relata que, al poco tiempo de ingresar a la facultad, las autoridades querían ubicar la asignatura en el primer año de las carreras que allí se cursaban a lo que ella se opone firmemente. Incluso presenta una nota en la que argumenta que el alumno debía tener conocimientos disciplinares específicos para poder activarlos en el momento de la lectura de los textos en inglés. Así, los alumnos lograrían mejorar su comprensión lectora y esto ayudaría a reducir la deserción en la asignatura. Esos argumentos que ella utiliza de manera sólida y coherente hace casi 60 años, se encuentran, en el presente, reforzados por las teorías actuales respecto de la importancia de apoyarse en los conocimientos disciplinares en el momento de la lectura en lengua extranjera. A través de sus gestiones, la Prof. Lindholm logra que desde el año

<sup>1</sup> El Prof. Seeligman llega a Tucumán luego de la etapa de la posguerra de la segunda guerra mundial, contratado junto con otros científicos europeos destacados por el Dr. Descole, quien fuera autoridad Rectorado de la UNT entre 1948 y 1951 y luego Decano en dicha facultad en 1973.

1964<sup>2</sup> la asignatura Traducción Técnica (como se denominaba en ese momento), se ubique a partir del 2º año de todas las carreras que se dictan en la FACET, lo que se mantiene hasta el presente.

En el año 1972 se produce el traslado de la Cátedra de Idioma Inglés a la Quinta agronómica y años más tarde a la oficina del 4º piso del Block II en donde se ubica la Cátedra hasta el presente.

En la FACET, transitó por todos los cargos de la carrera docente obtenidos por concurso de Antecedentes y Oposición. Primero como Jefe de Trabajos Prácticos a cargo de cátedra (posición en la que se desempeñó durante 20 años), luego como Profesora Adjunta, más adelante como Profesora Asociada hasta acceder al cargo máximo como Profesora Titular con dedicación exclusiva con el que se jubiló.

Ante la pregunta de cómo fue ingresar a una facultad en dónde en esa época la mayoría de los alumnos y docentes eran hombres, responde que siempre se sintió muy a gusto. La asignatura Traducción Técnica pertenecía en esos años al Instituto de Física (en el presente depende de la misma área, dentro del Dpto. de Física) donde sí trabajaban muchas mujeres entre las que recuerda a la Sra. de Battig y a Blanca Goldman quienes rápidamente le dieron su apoyo y la hicieron sentir parte de esa unidad académica. Respecto de sus alumnos expresa que siempre tuvo mucha afinidad con ellos, recuerda que incluso a veces le hacían bromas por lo cual el ambiente resultaba muy agradable. En cuanto a las autoridades de la facultad también refiere que siempre tuvieron buena escucha y predisposición para atender las necesidades de la cátedra y que el ambiente en la FACET era “único”.

En cuanto al equipo de trabajo que ella formó en la FACET se encuentran sus discípulas María A. Maidana (actualmente Prof. Titular), Virginia E. Hawkes (Prof. Adjunta jubilada) y María Rosa

Bennasar (en la actualidad Prof. Adjunta) quien ingresó en el año 2000 antes que se jubile la Prof. Lindholm. Ellas fueron las encargadas de continuar con la tarea de docente en esa unidad académica, así como también de darle continuidad al material didáctico, pero también a renovarlo. Es así, que el equipo encabezado por la Prof. Maidana, realiza dos publicaciones: *Inglés para Ciencias y Tecnología. Lectura Comprensiva de Texto*, Maidana et al. (2009), y *Lextocomprensión en Inglés. Ciencia y Tecnología*, Maidana et al. (2015), que toman como referencia los libros producidos por las Prof. Lindholm y Sahian.

La Prof. Lindholm presenta los papeles para iniciar su trámite de jubilación en el año 1995 pero permanece trabajando en la Cátedra por una prórroga de designación hasta el año 2002. Describe que en sus primeros años como jubilada extrañaba mucho, si bien se dedicaba a leer, a la música, a sus nietos, a hacer palabras cruzadas, sentía que no tenía qué hacer, sentía que le faltaba “eso” por lo que trabajó con tanta seriedad, creatividad y pasión. En el presente sigue enseñando, no precisamente inglés, sino cualquier materia del colegio en la que pueda ayudar a sus nietos, expresa que necesita enseñar porque es algo importante para ella y que disfruta mucho.

### ***La solución del problema: la creación del método***

En la misma época que ella ingresa a la FACET, su amiga y colega Hilda Sahian de Chanta concursó en la Facultad de Filosofía y Letras (FFYL) para la asignatura Idioma Moderno Inglés II en donde también debía enseñar traducción. Ambas deciden empezar a reunirse para ver “cómo solucionar el problema”. Estela relata que se encontraban todos los días para trabajar al menos unas horas incluso cuando esto implicaba restarle algo de tiempo a sus familias. Luego de mucho estudio y de lecturas, que incluyeron a importantes autores tales como Widdowson y Chomsky, pero que a su criterio no ayudaron en gran medida a resolver el “hecho concreto”, llegaron a la conclusión de que había que estudiar La Oración en todas sus partes. En este sentido, agrega que el sistema que diseñaron para enseñar la FN (Frase Nominal) fue un aporte clave para la enseñanza de la Lectocomprensión. Así también las reglas

<sup>2</sup> Según resolución N° 333-15-964, ratificada en octubre de 1966 y en febrero de 1970. Esta información fue recuperada a través de una nota que la Prof. Lindholm dirigió a las autoridades en diciembre de 1984 y que forma parte del archivo de la Cátedra de Idioma Inglés. En dicha nota, ante la revisión de los planes de estudio de algunas carreras y la posibilidad de que la materia sea ubicada en primer año, la Prof. Lindholm argumenta y reitera su pedido de que no se implementen dichos cambios.

de diccionario, y la sistematización de los casos de palabras terminadas en *-ing*.

En esa época (rememora y dice, en los 70) comienzan a asistir a Congresos en los que los métodos y enfoques que allí se exponían tampoco se relacionaban directamente con la traducción o Lectocomprensión que ellas debían enseñar. Sin embargo, reconoce que los estudios de la lingüística sí colaboraron con lo que ellas pudieron desarrollar más tarde.

### **Sobre los libros, trabajo previo**

Los libros publicados para Ciencias servían tanto para Ciencias Exactas como para Ciencias Naturales y Filosofía y Letras donde también trabajaba Hilda Sahian de Chanta. En algunos de los libros incluyeron además de los textos que debían trabajar los alumnos, una guía para el profesor en la que generosamente brindaban sus conocimientos obtenidos luego de tantos años de estudio. Realizaban pruebas piloto antes de publicarlos para probar la utilidad de los textos seleccionados. Para ello, hacían copias a máquina con papel carbónico para que trabajen sus alumnos.

También menciona el esfuerzo para realizar esos libros sin la tecnología de la que hoy disponemos y sólo con la ayuda de una máquina de escribir Olivetti además de stencils. La Prof. Sahian describe que era Estela quien tipeaba con gran destreza y velocidad en la Olivetti porque había asistido a la Academia Pittman. Además, cuentan que ellas mismas picaban los stencils y que cuando había un error, había que corregir y rehacer todo. En aquella época la Imprenta de la UNT se encontraba en la calle 25 de mayo (en donde hoy se encuentra lo que conocemos como Centro Cultural Virla) y las copias se realizaban con plomo, eran unos "chorizos" largos que debían leer y siempre encontraban algún error de tipeo que llevaba a empezar de nuevo todo el proceso.

Explica que en esos libros abarcaron todos (y rápidamente agrega "casi todos") los temas difíciles para la interpretación de un texto y que trabajaron siempre de una manera muy sistemática para diseñar su sistema de enseñanza y plasmarlo en esos libros que fueron un aporte y creación original ya que no tomaron ese método de ningún otro

autor ni enfoque. Reflexiona sobre la traducción y expresa que es la base de todo, sino no se puede trasladar al español. La más valioso del método que proponen es que el objetivo se llega a cumplir, quizá no en un cien por ciento, y concluye en que esa es la recompensa por todo el "trabajo hormiga" realizado durante años.

### **Reseña de las tres etapas de sus Publicaciones**

A partir de la primera publicación de la Prof. Lindholm y la Prof Sahian comienza una prolífica sociedad en la que estas dos amigas y colegas sientan las bases de la Lecto comprensión en Tucumán. Podemos diferenciar tres etapas en sus publicaciones.

En esta primera etapa, publican el libro *Estructuras Gramaticales Básicas para la traducción del inglés al castellano*, cuya primera edición se realizó en el año 1964 y tuvo sucesivas ediciones (1967 y 1982). Participa también en esta publicación la Prof. Lore Schneider de Zuccardi quien se desempeñaba como Profesora de la asignatura Idioma Moderno Inglés II en la FFYL.

En el prólogo del libro que se mantiene a lo largo de sus ediciones, las autoras se refieren a la vasta producción de libros dedicados a la enseñanza de la Lengua Extranjera inglés en esos años y, a su vez, a la falta de material que se relacione con la traducción de la lengua inglesa al castellano. Se pone de manifiesto que esta se constituía como un área vacancia y surge, por lo tanto, la necesidad de elaborar un método para enseñar a traducir textos específicos del inglés al castellano con un enfoque didáctico, es decir, que contemple los objetivos de enseñanza, los contenidos a enseñar, así como también los destinatarios de dicho enfoque: los alumnos.

Las profesoras dan cuenta entonces del proceso llevado a cabo para confeccionar este manual producto de su experiencia adquirida a partir del material utilizado con sus alumnos durante cuatro años y de la experiencia adquirida en esos años de práctica en el aula. Sostienen que tuvieron en cuenta, ante todo, las necesidades de los alumnos de leer bibliografía relacionada con sus áreas de especialidad.

Respecto de la lengua extranjera, presentan los contenidos lingüísticos graduando su complejidad desde lo que consideran vocabulario y estructuras gramaticales más simples a las más complejas y parten de la noción de que no se puede traducir vocabulario aislado, sino estructuras en contexto reforzando la idea de que la forma está íntimamente ligada a la función. Hacen alusión a la comparación entre el inglés y el castellano como punto de partida, apoyándose en conceptos que surgen de la Gramática Contrastiva.

Presentan al manual como una guía para el alumno que, si bien no pretende ser exhaustiva, sí provee a los estudiantes de las herramientas necesarias para entender la lengua escrita delimitando su objeto de estudio a la habilidad de la lectura. Organizan el contenido en diecisiete unidades cada una de ellas organizadas de la siguiente manera:

- Presentación del tema (en cada caso se refiere a un ítem gramatical).
- Uso y traducción; variantes y excepciones. El uso se refiere acá a cómo reconocer la forma lingüística en cuestión y ofrecen una traducción de esta al castellano. También enumeran excepciones en los casos que las hubiera.
- Ejercicios pertinentes. Se presentan oraciones en inglés en las que aparece la estructura gramatical que se presenta en la unidad con el objetivo de traducirla al castellano.
- Ejercicios generales. En todos los casos los ejercicios son ejercicios de traducción.

Finalizan cada unidad con uno o varios textos en donde las estructuras gramaticales que habían sido previamente presentadas en la unidad de forma aislada aparecen contextualizadas.

En una segunda etapa, las Profesoras Lindholm y Sahian publican la serie de libros denominados Inglés Instrumental que se detallan a continuación:

- Inglés Instrumental. Para estudiantes de Ciencias, Para estudiantes de Humanidades y Una guía para el profesor (1974).
- Inglés Instrumental. Para estudiantes de Ciencias (1976).
- Inglés Instrumental. Para estudiantes de Humanidades (1977).

En el prefacio de la publicación de 1974, las autoras hacen referencia a la división entre Guía para el profesor (que además contiene los ejemplos extraídos de la sección para estudiantes de Ciencias y Humanidades) y los Textos que se proponen a los alumnos.

Además, explican que el término “Instrumental” que utilizan para titular esta publicación proviene de Chile y que lo eligen porque se relaciona con el objetivo que persiguen con la publicación de este material, es decir, que este material sea la herramienta o instrumento a través del cual los estudiantes de Ciencias y Humanidades puedan acceder a material disciplinar que no esté traducido al español.

En cuanto a la Guía para profesores, indican que tiene como propósito orientar a los docentes y hacer sugerencias que se basaban en diez años de experiencia frente a las aulas utilizando este tipo de enfoque de la enseñanza del inglés. Recordemos que este enfoque era un área de vacancia en el profesorado en inglés (aún sigue siendo) por lo cual la guía resultaba muy pertinente para acompañar el material diseñado para los alumnos.

Hacen referencia a publicaciones de la época, tanto en nuestro país como en Latinoamérica, denominadas Inglés Científico o Inglés Técnico que, si bien podían ser de utilidad, no se ajustaban a las necesidades de los alumnos dadas las diversas características de los alumnos UNT.

En la Introducción a la sección de la Guía para el profesor, retoman el objetivo de esta publicación que definen como “utilitario” (antes mencionado como instrumental). Definen el objetivo de una manera muy concreta, es decir, comprender textos en inglés.

Explican que el punto de partida para trabajar en sus clases es el conocimiento que los estudiantes ya tienen adquirido de su lengua materna y que utilizarán en dos sentidos. Por un lado, para compararla con la lengua extranjera y favorecer el análisis de esta. Por otro, para expresarse con corrección al momento de realizar alguna de las tareas solicitadas. Esto se relaciona con el hecho de que los estudiantes se enfocan en adquirir una sola habilidad en la lengua inglesa, la de la lectura

y que sus producciones luego de interpretar lo leído, se realizan en todos los casos en español.

Explicitan también lo que consideran requisitos para leer un texto con el propósito de informarse:

Conocer las reglas que intervienen en la estructura de la oración (siempre considerándola como una unidad de sentido); conocer las estructuras gramaticales que puedan causar dificultad por sus diferencias con el español (y en ese caso poder analizarlas y ejercitarlas); conocer los sufijos y prefijos de las palabras (y analizarlas en su contexto) y las reglas de diccionario.

Respecto de cómo organizar el material de lectura, ofrecen sugerencias que van desde que los temas sean del interés del alumno, que los textos seleccionados se ajusten a los contenidos lingüísticos que se quieran enseñar y/o ejercitar y que el ejercicio de la lectura sea realizado con frecuencia. En relación con este aspecto, insisten en que la práctica de la lectura fuera del horario de clase reforzará esta habilidad y los convertirá en lectores más competentes.

Proponen que debieran dedicarse 30 horas para cubrir la enseñanza y la práctica de los contenidos presentados en el material. Luego de esa etapa, los alumnos leen textos de su especialidad, en donde seguro surgirán dudas respecto de estructuras de la lengua que no fueron codificadas en la descripción gramatical. Es ese el momento en que el docente tiene que reforzar e incluso si hace falta, explicar de nuevo los contenidos.

La última etapa de producción conjunta de las Profesoras Lindholm y Sahian, se produce en los 90 y se titula *Curso Teórico Práctico de Inglés* con sus versiones correspondientes para las áreas como se detalla a continuación:

-Curso teórico Práctico de Inglés como Auxiliar de Ciencias Exactas y Ciencias Naturales (1990 y sucesiva edición en 1999).

-Inglés. Curso Teórico Práctico. Ciencias Humanas (1991).

En sus respectivos prólogos enfatizan el objetivo del material producido: proveer a los alumnos de estrategias que los conduzcan a leer comprensivamente textos de su especialidad. Agregan que al diseñar el material tuvieron en

cuenta las secuencias textuales características de cada área (explicación, instrucción, etc.); los contenidos lingüísticos particulares que se presentan en cada una de ellas (secuencias sintácticas, conectores lógicos, conjunciones, etc.); el rol de esas estructuras lingüísticas dentro del texto específico de cada disciplina para realizar funciones de la lengua (realizar generalizaciones, hipótesis, definiciones, conclusiones, etc.) así como también el vocabulario propio de cada uno de los discursos académicos.

## Conclusión

El comienzo de la carrera universitaria de la Prof. Lindholm en los años 60 marca a su vez, el comienzo de la historia de la Lectocomprensión en la FACET. A través de su relato de vida tomamos conocimiento de la necesidad de generar un método de enseñanza eficaz que guíe a los alumnos en el proceso de aprender a leer en la lengua extranjera inglés textos relacionados con sus áreas disciplinares. Era esta una demanda muy precisa de los alumnos de la FACET y un área de vacancia en la formación del profesorado en Inglés de la UNT. Comienza entonces una búsqueda incansable de la Prof. Lindholm para construir ese método que permitiera a sus estudiantes a acceder a bibliografía especializada en inglés.

Creemos que las publicaciones que detallamos en el apartado anterior pueden ser consideradas como libros fundadores del área de la Lectocomprensión en Inglés en Tucumán. Los tres grupos de libros elaborados por la Profesoras Lindholm de Moris y Sahian de Chanta, constituyen material de referencia desde los años 60 y hasta la actualidad. Las producciones con fines didácticos realizadas en el área por los distintos docentes que se desempeñan dictando inglés en las diferentes unidades académicas de la UNT han tomado este material como punto de partida. Esos textos son la piedra basal de la Lectocomprensión en nuestra provincia y el método que ellas desarrollan y perfeccionan a lo largo de casi 40 años, es el método de referencia que heredamos todos los que nos dedicamos, en el presente, a esta área de la enseñanza del Inglés.

## Agradecimientos

Un especial agradecimiento a la Profesora Estela Lindholm de Moris por su tiempo y su generosidad al compartir una parte de su historia y por contactarme con su colega y amiga Prof. Hilda Sahian de Chanta quien aportó valiosa información en la segunda entrevista. También a María A. Maidana y a Virginia E. Hawkes quienes fueron el nexo para que estas entrevistas fueran posibles.

## Referencias

- Cornejo, M. (2006). El enfoque biográfico: trayectorias, desarrollos teóricos y perspectivas en Psykhe (Santiago), vol. 15, N° 1, pp.95-106. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-22282006000100008&script=sci\\_arttext&lng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-22282006000100008&script=sci_arttext&lng=en). 16.6.2021. marcela@uc.cl
- Howatt, A. P.R., Widdowson, H. G. (2004). A History of English Language Teaching. Oxford University Press, London.
- Lindholm de Moris, E., Sahian de Chanta, H. y Scheineder de Zuccardi, L. (1964). Estructuras Gramaticales Básicas para la traducción del inglés al castellano. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E., Sahian de Chanta, H. y Scheineder de Zuccardi, L. (1967). Estructuras Gramaticales Básicas para la traducción del inglés al castellano. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E., Sahian de Chanta, H. y Scheineder de Zuccardi, L. (1982). Estructuras Gramaticales Básicas para la traducción del inglés al castellano. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1974). Inglés Instrumental. Para estudiantes de Ciencias, Para estudiantes de Humanidades y Una guía para el profesor. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1976). Inglés Instrumental. Para estudiantes de Ciencias. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1977). Inglés Instrumental. Para estudiantes de Humanidades. Humanitas, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1990). Curso teórico Práctico de Inglés como Auxiliar de Ciencias Exactas y Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1999). Curso Teórico Práctico Inglés para Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Lindholm de Moris, E. y Sahian de Chanta, H. (1991). Inglés. Curso Teórico Práctico. Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Maidana, M. A.; Hawkes, V. E.; Bennasar, M. R.; Lau, M.B. y Abboud, J.A. (2009) *Inglés para Ciencias y Tecnología. Lectura Comprensiva de Texto*. EDUNT. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Maidana, M.A.; Hawkes, V. E.; Bennasar, M. R.; Lau, M. B. y Abboud, J. A. (2015). *Lextocomprensión en Inglés. Ciencia y Tecnología*. La aguja de Buffon, San Miguel de Tucumán, Argentina.





### María Bernarda LAU

Profesora en Inglés egresada de la UNT. Se desempeña como ADG en el área de Idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología y como JTP en la cátedra de Idiomas Modernos Inglés I de la Facultad de Filosofía y Letras, de la UNT. Es docente-investigadora categoría IV. Es coautora de tres libros para la enseñanza de Lectocomprensión de textos científicos en inglés publicados por el equipo docente del área Idioma Inglés de la FACET. Ha presentado en congresos y ha publicado numerosos trabajos sobre la adquisición de la lectura en lengua extranjera, Inglés. Es doctoranda de la carrera de Posgrado del Doctorado en Letras (Trayecto Estudios sobre Lenguas Extranjeras) de la Facultad de Filosofía y Letras. El tema de investigación de su tesis doctoral aborda la reflexión metalingüística como estrategia facilitadora en las clases de lectocomprensión en Inglés.

Email: [blau@herrera.unt.edu.ar](mailto:blau@herrera.unt.edu.ar)

# cet

REVISTA DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

## Instrucciones para Autores

La revista cuenta con distintas **categorías**, clasificadas según el **tipo de trabajo** presentado. Las categorías corresponden a trabajos de: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN; DOCENCIA; EXTENSIÓN; INFORME TÉCNICO; NOTAS, ARTE Y OPINIÓN; HOMENAJES; COMUNICACIONES CORTAS.

Las **instrucciones** que se presentan a continuación tienen el propósito de **estandarizar la presentación de trabajos**.

El texto completo se debe presentar solamente en versión digital, editado con un procesador de texto (documento en Word o compatible). Debe estar formateado para hoja tamaño DIN A4 (210 x 297 mm), a simple espacio y con márgenes de 2,5 cm en los cuatro lados de la página. Podrá tener una extensión de hasta 8 páginas para trabajos de INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN y de hasta 5 páginas para las categorías: DOCENCIA; EXTENSIÓN; INFORME TÉCNICO; NOTAS, ARTE Y OPINIÓN; HOMENAJES.

Las COMUNICACIONES CORTAS son pertinentes si ellas resultan de un trabajo que muestre una contribución nueva o de **importancia inmediata**. Deben ser escritas en no más de 1000 palabras. Se acepta como máximo una tabla o gráfico y una fotografía; en este caso, el número máximo de caracteres debe reducirse a 800. Deben satisfacer las instrucciones para los artículos originales y pueden o no tener subtítulos.

En todas las categorías el texto principal debe estar escrito con tipografía **Arial**, tamaño de fuente de **10 pt**, con párrafos sin sangría y **a dos columnas**.

La versión digital se debe enviar como archivo adjunto al correo electrónico [revista@herrera.unt.edu.ar](mailto:revista@herrera.unt.edu.ar). El autor debe consignar la **categoría** en la que considere que debe ser incluido su trabajo. El **asunto** del correo electrónico debe contener la siguiente información y formato: "Apellido del primer autor – Categoría" (Ej.: "Pérez - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN"). La categoría puede ser modificada por los editores.

Los títulos de los artículos deben ser sucintos y suficientemente informativos y precisos, en lo que se refiere al contenido, como para que tengan un interés práctico en las listas de títulos, así como para la codificación. No deben contener abreviaturas. No pueden exceder los **100 caracteres**, incluyendo los espacios. En el caso de los trabajos de la categoría Investigación, Desarrollo e Innovación, los títulos deben ser presentados en castellano y en inglés.

Luego del título del artículo deben identificarse los autores con sus filiaciones. En la firma de la publicación debe aparecer siempre la **filiación institucional** después del nombre de los autores, en idioma español, sin siglas, abreviaturas ni traducciones. Ejemplos:

Apellido/s, nombre/s<sup>1</sup>

<sup>1</sup> a) Universidad Nacional de Tucumán. Facultad (denominación completa). Y, según corresponda: Departamento / Instituto / Cátedra / Escuela / Secretaría. Dirección postal (si correspondiera), Tucumán. Argentina.

Dirección de correo electrónico institucional (si correspondiera). Código ORCID.

<sup>1</sup> b) En otro tipo de centros, institutos u organismos, públicos o privados.

Denominación completa del centro, instituto u organismo, seguida de su sigla en paréntesis si existiera. Y, según corresponda: Área / Departamento / Instituto / Otro.

Dirección postal (si correspondiera), Provincia / Estado. País. Dirección de correo electrónico institucional (si correspondiera). Código ORCID.

Apellido/s, nombre/s<sup>1,2</sup>

<sup>2</sup> a) En centros o institutos con dependencia compartida con CONICET.

Denominación completa del centro o instituto seguida de su sigla en paréntesis si existiera. Universidad Nacional de Tucumán-CONICET.

Dirección postal (si correspondiera), Provincia / Estado. País.

Dirección de correo electrónico institucional (si correspondiera). Código ORCID.

<sup>2</sup> b) En centros o institutos con múltiple dependencia.

Denominación completa del centro o instituto seguida de su sigla en paréntesis si existiera. Universidad Nacional de Tucumán-CONICET -Tercera institución – Cuarta institución ( según corresponda)

Dirección postal (si correspondiera), Provincia / Estado. País.

Dirección de correo electrónico institucional (si correspondiera). Código ORCID.

Los trabajos de INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN a editarse serán acompañados por un **Resumen** en castellano de no más de 200 palabras y otro en inglés de igual límite de extensión.

Para facilitar la búsqueda temática, a continuación de los resúmenes se incluirán **tres palabras clave** en castellano y las correspondientes tres en inglés. Los editores podrían sugerir una corrección del idioma o introducir correcciones menores cuando se considere necesario. El resumen es generalmente la parte leída por el mayor número de interesados. Es una condensación informativa de los principales logros del trabajo, no una descripción de los contenidos del trabajo. El resumen debe presentar tanta información cualitativa y cuantitativa como sea posible, siendo al mismo tiempo breve, específica y autocontenida. El resumen no deberá contener detalles experimentales triviales, figuras o ecuaciones.

El **Resumen** será seguido por la **Introducción**, en la cual los autores deberán compendiar las motivaciones del trabajo, especificar claramente los objetivos del estudio e incluir una búsqueda actualizada de la literatura. En la sección **Desarrollo** o **Material** y **Métodos** deberán ser incluidos: descripciones de experimentos, técnicas, métodos, instrumentos o aparatos y procedimientos empleados, con la precisión adecuada, para permitir a otros observadores que reproduzcan sus resultados. Los **Resultados** serán seguidos por la **Discusión** y finalmente por las **Conclusiones**, al final del manuscrito. Los reconocimientos a instituciones, soportes financieros, discusiones, etc, deberán ser incluidos en los **Agradecimientos**, al final de las Conclusiones.

Las **Referencias** son trabajos citados en el texto. Debe seguirse el sistema Harvard. En el caso de un autor, nombre del autor en negrita y año de publicación entre paréntesis. Ej.: **Jones** (1999). En el caso de dos autores, ambos apellidos deben mencionarse. Ej.: **Fisher y Holleberg** (1963). Para tres autores o más, el nombre del primer autor debe ser seguido por “et al.”. Ej.: **Fisher et al.** (1980). La **Bibliografía** se refiere a textos relacionados con el tema, que el autor considera oportuno listar, al final del trabajo, en orden alfabético por el apellido del autor principal.

La **Información Biográfica** sobre el autor o autores debe presentarse con una extensión máxima de 160 palabras por cada autor. Se incluirá la dirección electrónica del autor/es indicando la Institución donde se realizó el trabajo y la fecha.

Dentro del texto, los **títulos** y **subtítulos** no deben numerarse.

Las unidades correspondientes a las distintas magnitudes deben ser indicadas sin punto.

Las **fórmulas** deben ser señaladas por números progresivos ubicados sobre la derecha, entre paréntesis.

Las **figuras** o **fotografías** deben ser numeradas progresivamente para su identificación. Se presentarán fuera del texto, deben tener la referencia precisa de ubicación y ser citadas en el cuerpo del texto. Las figuras y las fotografías deben ser originales de los autores. Si son modificaciones o reproducciones de otro artículo, es necesario acompañar el permiso del editor correspondiente, para salvaguarda de los derechos del autor. Los **epígrafes** de las figuras serán escritos todos juntos en hoja aparte. Las figuras por publicarse en una columna deben tener 8 cm de ancho aproximadamente, mientras que las que se van a publicar a dos columnas, 17 cm de ancho aproximadamente. Para fotografías, las dimensiones se pueden tomar con más tolerancia. Debe

verificarse que la resolución de la imagen sea la adecuada para la publicación digital de la Revista. Los **rótulos** insertos en figuras y fotografías deben ser **legibles**, el tamaño de letra no debe ser inferior a un equivalente de 10 pt. Identifique y explique todo símbolo, flecha, número o letra que haya empleado para señalar alguna parte de las ilustraciones.

Las **tablas** serán creadas con el procesador de texto. Deben ser numeradas progresivamente para su identificación, se presentarán fuera del texto, deben tener la referencia precisa de ubicación y ser citadas en el cuerpo del texto. Los epígrafes de las tablas serán escritos todos juntos en hoja aparte. En las secciones **Referencias** y **Bibliografía**, al final del artículo, las citas deben ser presentadas en orden alfabético por el apellido del primer autor, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se refiere a un artículo de revista:

**Apellido e inicial del nombre del autor** (Año, subdivididos en a, b, c, etc. para trabajos del mismo año). "Título del artículo" entre comillas, *Nombre de la revista*, volumen, número, página inicial y final del artículo.

Ejemplo: **Hibbs, R. G., Burch, G. E., Phillips, J. H.** (1958). "The fine structure of the small blood vessels of normal dermis and subcutis", *Am Heart J.*, Vol. 56, pp. 662-670. Por favor, tenga en cuenta el modo de puntuación usado en el ejemplo de arriba. Para abreviar correctamente los nombres de las revistas consulte ISI Journal Abbreviations Index: <http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>.

Cuando se refiere a un artículo de revista consultado electrónicamente:

**Apellido e inicial del nombre del autor** (Año) "Título del artículo", *Nombre de la revista*, volumen, número, página inicial y final del artículo. Dirección con el formato <http://www.../> ... y fecha del último acceso. E-mail del autor.

Cuando se refiere a un libro completo:

**Apellido e inicial del autor** (Año) *Nombre del libro*. Editorial, lugar.

Ejemplo: **Happel, J. and Brenner, H. (eds.)** (1985) *Low Reynolds Number Hydrodynamics with Special Applications to Particulate Media*. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, New Jersey, E.E.U.U.

Cuando se refiere a un capítulo de un libro:

**Apellido e inicial del nombre del autor del capítulo** (Año) Título del capítulo, En: *Título y subtítulo del libro*, (Editores del libro), Editorial, Lugar de edición, Página inicial y final del Capítulo. Ejemplo: **Green, K.P., Smith, P. and Martin, K.** (1993) Exitatory amino acids, En: *Glutamate Receptors*, (Jones, T., ed.), J. Wiley Press, New York, E.E.U.U., pp. 24-59.

Cuando se refiere a un libro consultado electrónicamente:

**Apellido e inicial del nombre del autor.** *Título del libro*. Nombre del editor, compilador o traductor. Datos de la publicación. Fecha de consulta. Acceso (dirección completa de Internet).

Ejemplo: **Austen, J.** *Pride and prejudice*. Ed. Henry Churchyard. 1996. 10 Sept. 1997. <<http://www.pemberley.com/janeinfo/pridprej.html>>

Cuando se refiere a un trabajo publicado en anales de un congreso (*proceedings*), conferencia o reunión:

**Apellido e inicial del nombre del autor del trabajo** (Año) Título del trabajo, En: *Nombre del congreso, conferencia o reunión*, lugar, Página inicial y final del trabajo.

Ejemplo: **Billings, C. y Wilder, J.** (1974) Major applications of fabric filters, En: *Proceedings of EPA Symposium on Control Emission*, San Francisco, California, E.E.U.U., pp. 120-133.

Cuando se refiere a una tesis o trabajo de grado:

**Apellido e inicial del nombre del autor** (Año) "Nombre de la tesis o trabajo de grado" entre comillas. Grado Académico. Nombre de la Institución.

Ejemplo: **Ramírez, M.** (2004) "Violencia en relaciones de pareja y conductas autodestructivas en mujeres". Tesis. Maestría en Psicología Clínica y Psicoterapia. Universidad Iberoamericana de Puebla.