

# 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)