

## PRECONCEPTOS EN UNIVERSITARIOS: NOCIONES SOBRE INNOVACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Gutiérrez Barba, Blanca Estela <sup>1</sup> | Rodríguez Salazar, Luis Mauricio <sup>2</sup> | Aranda Barradas, Silvestre <sup>3</sup>

### RESUMEN

*El enfoque constructivista ha estudiado las nociones como un punto de partida del conocimiento de los estudiantes sobre cualquier tema, llamándolas también ideas previas. Bajo este marco, la construcción de nociones es un proceso conceptual. En este trabajo, las nociones son consideradas como configuraciones imaginarias expresadas en el lenguaje simbólico pre-conceptual, rompiendo con la propuesta de las ideas previas consideradas como conocimiento erróneo. Bajo este nuevo marco, y mediante el método etnográfico se indagaron las nociones dominantes de innovación e ingeniería en dos escuelas mexicanas de enseñanza de ingeniería, obteniendo pocas diferencias de nociones entre unidades académicas, carreras y sexos. La noción dominante de innovación es como novedad, mientras que la ingeniería la asocian con aplicación y práctica, lo cual consideramos como un foco de atención para no confundir la formación de ingenieros con la de técnicos. Se subraya entonces la importancia de la escuela en el paso del cambio conceptual: de la concepción de la ingeniería como aplicación y práctica, a su conceptualización como procesos de diseño y modelación en la producción. En cuanto a la innovación, es necesaria la revisión profunda y crítica a partir de los resultados de nuestro estudio, con énfasis en la relación que guardan la innovación y tecnología, ya que esta relación se debilita conforme avanza la escolarización.*

**Palabras claves:** innovación, ingenieros, enseñanza superior, nociones.

## UNDERGRADUATE STUDENTS' PRE-CONCEPTS: NOTIONS ON INNOVATION AMONG ENGINEERING STUDENTS

### ABSTRACT

*According to constructivism, notions are the bases for knowledge building. In this paper, notions are considered as imaginary constructs which are expressed in pre-conceptual and symbolic language. From this conceptual frame, the notions related to innovation and engineering were studied in two Mexican Schools of Engineering through an ethnographic method, by using a double enter matrix. Few differences among genders and academic programs were observed, so as between the two participant schools in this study. Novelty is the most common notion related to innovation. Engineering was perceived by students as strongly related to application and practice. The school has a deep role in conceptual change but the role of schooling in some links between notions is questionable. An opportunity window is open to improve the role of formal education in training engineer mind.*

**Keywords:** Innovation, Engineering, Higher education, Notions.

---

<sup>1</sup> Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional (México)  
E-mail: [bgutierrezb@ipn.mx](mailto:bgutierrezb@ipn.mx)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, Instituto Politécnico Nacional (México) E-mail: [luismauriciors@gmail.com](mailto:luismauriciors@gmail.com)

<sup>3</sup> Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional (México) E-mail: [jaranda@ipn.mx](mailto:jaranda@ipn.mx)

## 1. Introducción

El estudio de las nociones como entidades teóricas puede parecer trivial, pero como señalan algunos autores son verdaderas en psicología (Machery, 2007), y muchas otras ciencias tales como la economía (Louçã, 2014), el desarrollo empresarial (Almeida y Guizzardi, 2013), la inteligencia artificial (Lucas, 1998, Freund, 2009), la política pública (Lo y Ville, 2008, Moore et al. 2013, He y Sikor, 2015) y la lingüística (Lingua, 2010) por mencionar solo algunas. Por lo anterior, se considera que el lenguaje es importante en todas las disciplinas, pues de acuerdo a Halliday (1994, citado por Aman, 2012) es un medio para que las personas modelen y representan su mundo, es decir, la manera en la que pronunciamos el mundo refleja la noción que tenemos de él.

Por otro lado, se considera que el comportamiento lingüístico está influenciado por la cognición, las interacciones sociales y las fuerzas culturales (Gries, 2013), de tal forma que el estudio de las nociones entraña un componente práctico al configurarse como aproximaciones predictivas de nuestros comportamientos y la operacionalización de dichas nociones, generalmente no en solitario sino de forma relacional o excluyente o ambas, lo que permite construir campos semánticos o marcos conceptuales de acción. De esta manera, es clara la relación realidad-nociones y como señala Machery (2007), el cambio teórico se traduce en cambio operativo y el cambio operativo monitorea el cambio teórico.

Muchos de los cambios que se viven y que se esperan a nuestra realidad, provienen de las soluciones de ingeniería y tecnología, especialmente las relacionadas con sistemas de cómputo y TIC, obras civiles e industriales. No obstante, las nuevas ingenierías, aquellas amalgamadas con las ciencias biológicas, ingeniería biológica, ecológica, biotecnológica, biónica, bioquímica están logrando un lugar importante en la formación ingenieril, experimentando incremento y diversificación de los programas académicos.

La matrícula nacional supera los dos millones (2,124,339) inscritos en programas de ingeniería<sup>4</sup> <sup>5</sup>. El 3% estudia en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), equivalente a la matrícula de ingeniería inscrita en todas las Instituciones de educación superior localizadas en Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche y Colima.

El IPN se describe como contribuyente al desarrollo económico y social de la nación, a través de la formación integral de personas competentes; de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación; y tiene reconocimiento internacional por su calidad e impacto social (misión IPN, 2016a).

Cincuenta de sus ochenta (62.5%) programas de nivel superior corresponden a diversas áreas de ingeniería. La matrícula total reportada (IPN, 2016b) ascendió a

---

<sup>4</sup> Se refiere a programas de ingeniería denominados en España como programas de segundo ciclo o ciclo largo

<sup>5</sup> Con base en los datos reportados en el anuario estadístico de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) disponible en <http://www.anui.es/mx/iinformacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

107,253 estudiantes, con el 57.4% inscrita en Ingenierías (61,533 estudiantes) con predominancia de hombre (44,840) respecto a las mujeres (16713).

La fortaleza en ingeniería en el IPN debe mantenerse y para ello, hay que construir bases sólidas, las cuáles, desde nuestro punto de vista no pueden desestimar las nociones que posee el sujeto.

Desde este planteamiento, el objetivo del presente estudio es contrastar las nociones de innovación, –desde lo que los autores acuñamos como ingeniería pura e ingeniería aplicada–, entre dos escuelas de ingeniería del IPN. Dicha contrastación incluye la diferenciación por carreras, semestres, sexos y unidades académicas con el propósito de aportar elementos para el rediseño de planes y programa de estudio.

## 2. Marco Teórico

Como ya se ha planteado (Rodríguez-Salazar y Rosas-Colín, 2011), la epistemología propuesta por Piaget concibe el conocimiento como un proceso que transita de su origen biológico a los ámbitos psicológico y social, considerando su desarrollo como el paso de un estado de conocimiento a otro diferente. La propuesta piagetiana plantea el origen y desarrollo psicogenético de las estructuras cognoscitivas que permiten al sujeto conocer y generar nuevo conocimiento. Desde su propuesta de desarrollo psicogenético, Piaget plantea que las estructuras de formalización el sujeto las construye a partir de su contacto con la realidad exterior por medio de un proceso de razonamiento práctico, característico de la inteligencia sensorio-motriz.

Por otro lado, las estructuras formales lógico-matemáticas, las cuales no son adquiridas socialmente, sino construidas psicogenéticamente, posibilitan el pensamiento racional que organiza de manera co-evolutiva las formas de la realidad exterior y la forma de su pensamiento. El puente, como le llama Piaget, entre el razonamiento práctico y el pensamiento racional es el pensamiento simbólico generador de representaciones de la realidad. En la primera infancia, son representaciones mágico-fenómicas, que con la adolescencia se convierten en representaciones socialmente aceptadas en su contacto con el mundo de los adultos. Para Piaget, el pensamiento simbólico queda subsumido en el razonamiento formal, con lo que dicho “puente” desaparece. En cambio, este pensamiento constituye el campo de estudio de la epistemología de la imaginación, interesada en el estudio de los procesos psico-lógicos de estructuración cognitiva, a partir de estructuras simbólico-imaginativas.

En virtud del pensamiento simbólico imaginativo, se crean representaciones de fenómenos naturales provenientes de la configuración imaginaria de una realidad posible (Rodríguez-Salazar, 2015). La configuración imaginaria de representaciones de la realidad es la previsión teórica de la modificación de la realidad. Dicha configuración se expresa en representaciones simbólicas, previas a los signos lingüísticos, por lo que la modificación de la realidad puede traer aparejada una producción neo-lingüística (neologismos) que responda a dicha modificación. Bajo este marco, nuestra propuesta de noción es la de una representación simbólico-imaginativa pre-conceptual.

Es sabido que las nociones y preconceptos frecuentemente predicen el rumbo de las decisiones e influyen en las prácticas (Bandura 1986 citado por Qing Zhou et al 2010a, Qing Zhou et al 2010 b) y la adquisición de un concepto afecta nuestro comportamiento incluyendo el lingüístico. Este planteamiento fue llevado al problema conceptual en educación en un marco neo-piagetiano. (Aranda Barradas y Rosas-Colín, 2015) y puesto en el marco lógico y sociológico desde la biología, (Gutiérrez-Barba, 2015). Por lo tanto, para la epistemología de la imaginación la adquisición de un concepto tiene como condición sine qua non el pensamiento simbólico-imaginativo pre-conceptual, en íntima relación con el razonamiento práctico y el pensamiento racional, lo cual fue abordado recientemente desde diferentes ángulos. (Aranda Barradas, 2016 y Rodríguez-Salazar, 2016).

Estas premisas son ya una justificación para el estudio de las nociones como las acabamos de definir, considerando la educación para la innovación basada en la teoría constructivista, se asume como punto de partida la auscultación de preconceptos o nociones, que para autores como Graue y Brown (2003) son la línea base para planear la intervención educativa. Esto es aplicable para todas las disciplinas y en el caso de los ingenieros es doblemente exigible pues, aunque en la formación de ingenieros se privilegia la operación, manipulación y modificación de la realidad productiva, es innegable el cambio teórico necesario para que esto ocurra. Esto solo será posible si se conocen las nociones entendidas como teorías implícitas que se poseen.

Las nociones son influidas por el contexto en el que se desarrolla el sujeto y sobre la innovación, es oportuno mencionar que como concepto, ha resurgido a partir de la primera mitad del siglo XX (Louçã, 2014) y tanto en la literatura como en la cotidianeidad se utiliza de diversas maneras. Desde la sinonimia con cambio, cuando se habla de innovación filosófica (Buizard, 2012) hasta el cambio social que señala la CEPAL (Rey de Marulanda y Tancredi, 2010), en el cual se hacen presentes diversos problemas, la tecnología, la práctica, la creación y la creatividad, la novedad, la calidad, la sistematización del proceso, la aplicación, la economía, la aplicación. El llamado actual es a reconocer que la innovación es un proceso incierto, caótico y propenso a múltiples y frecuentemente conflictivas influencias (Hoholm & Araujo, 2011) que se traduce en múltiples relaciones complejas entre las esferas social, legal, técnica, biológica, económica, ambiental, cognitiva entre otras. Desde la propuesta de Piaget, como se acaba de señalar, esto fue analizado desde la zoología (Gutiérrez Barba, 2015), en su interacción con la lógica, la filosofía y la sociología.

Si bien es cierto que para todas las profesiones la innovación junto con la creatividad son dos competencias exigibles, en el caso de la ingeniería esto es más relevante. Al respecto, en su propuesta para desentrañar la interrelación entre la creatividad, la innovación y el emprendimiento como competencias, Edwards-Schachter y sus coautores (2014) plantean que resulta preocupante la limitada atención que se presta a las percepciones y creencias (así como a las nociones previas. Esta problemática fue planteada, en el marco de la innovación en educación (Gutiérrez Barba, 2016), unida a una propuesta epistemológica de base psicogenética (Rodríguez-Salazar y Rosas-Colín, 2016).

### 3. Aspectos metodológicos

En virtud de la etapa de desarrollo teórico en la que nos encontrábamos como grupo de investigación, la etapa relativa a la aplicación del cuestionario se planteó como una investigación exploratoria bajo el método etnográfico de Spradley (1979,1980), desde la perspectiva de Varjas et al (2005). El estudio se llevó a cabo en dos Unidades Académicas del Instituto Politécnico Nacional: la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI), localizada en la Ciudad de México, y la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Unidad Zacatecas (UPIIZ) localizada al norte del país, ambas dedicadas a formación de ingenieros bajo el mismo plan de estudios.

#### 3.1 Población y muestra

La muestra fue representativa. En la UPIBI se aplicaron 304 cuestionarios distribuidos entre los 2.500 estudiantes matriculados en las cinco carreras que se ofrecen en todos los grados. En la UPIIZ se aplicaron 156 cuestionarios distribuidos entre los 527 estudiantes inscritos en las cuatro carreras. En ambos casos, se trató de una muestra a conveniencia, es decir, todos los grupos presentes, los días de aplicación que no tuvieran prácticas de laboratorio ni exámenes. La muestra participante estuvo representada de forma equitativa entre hombres y mujeres en la UPIBI y en la UPIIZ fue mayoría de hombres (Tabla 1). La Tabla 2 muestra la distribución por programa académico y la Tabla 3 presenta la composición en avance curricular para uno de los programas.

Tabla 1. Datos demográficos entre Unidades Académicas

	UPIBI	UPIIZ
<i>Hombres</i>	145	110
<i>Mujeres</i>	149	46

Tabla 2. Distribución muestral por programa académico

	UPIBI	UPIIZ
<i>Ingeniería Ambiental</i>	84	62
<i>Ingeniería en Alimentos</i>	57	11
<i>Ingeniería Biomédica</i>	70	-
<i>Ingeniería Biotecnológica</i>	39	-
<i>Ingeniería Farmacéutica</i>	46	-
<i>Ingeniería Sistemas Computacionales</i>	-	29
<i>Ingeniería Mecatrónica</i>	-	49



**Tabla 3. Distribución por avance curricular en el programa de Ingeniería Ambiental**

<b>Semestre</b>	<b>Número de encuestas</b>
1	3
2	2
3	20
4	17
5	19
6	7
7	7
8	5
9	3
10	0
11	1

### **3.2 Instrumento**

El cuestionario incluyó las variables señalíticas: edad, sexo, carrera, semestre. La parte central del instrumento indagó mediante una matriz de doble entrada para buscar la asociación de innovación y de ingeniería con cuarenta nociones: TIC, Teoría, Práctica, Experimento, Intuición, Creación, Sociedad, Uso, Sistema, Tecnología, Cambio, Novedoso, Recursos, Creatividad, Educación, Filosofía, Beneficio, Calidad, Ahorro, Administración, Diagnóstico, Implementación, Aplicación, Complejidad, Economía, Producto, Proceso, Modelo, Conocimiento, Modernización, Renovación, Reflexión, Epistemología, Producción, Recursos económicos, Autonomía, Apoyo, Problemas. Como nociones de control se repitieron Implementación y Calidad. Cabe mencionar que las nociones incluidas corresponden a las señaladas de forma predominante en ejercicios de mapas conceptuales, asociaciones lingüísticas en otros ejercicios previos con docentes; los debates teóricos con el equipo de trabajo y las nociones extraídas de la teoría (epistemología, autonomía, filosofía, creatividad, complejidad, reflexión).

Los datos se capturaron en Excel y posteriormente se procesaron con el Statistical Package for Social Science (SPSS®), IBM © Versión 22.

### **3.3 Procesamiento estadístico**

Se realizó la estadística univariada y la prueba de chi cuadrada y la correlación de Pearson y Spearman según corresponde a la naturaleza de las variables analizadas. Los valores de corrimiento correspondieron a 95% y 99% de confianza y 0.05, 0.01 de error.

## 4. Resultados y análisis

Los principales resultados se presentan primeramente con relación a las nociones asociadas a ingeniería e innovación y posteriormente las diferencias entre subpoblaciones.

### 4.1 Nociones dominantes

Tratadas como una población (UPIIZ\_UPIBI) la noción dominante sobre innovación es que ésta está relacionada con novedad (valor de media 0.84), seguida de modernidad, tecnología, creación y cambio. Tratadas separadas, en la UPIIZ, la noción dominante es intuición y en UPIBI se mantiene novedad.

Con relación a ingeniería, la noción dominante es “Práctica” (media de 0.77) y le siguen las nociones: Proceso, Aplicación, Tecnología y Creatividad. En la UPIBI, la noción dominante es Aplicación lo que puede resultar riesgoso al confundir su formación con aquella diseñada para formar técnicos.

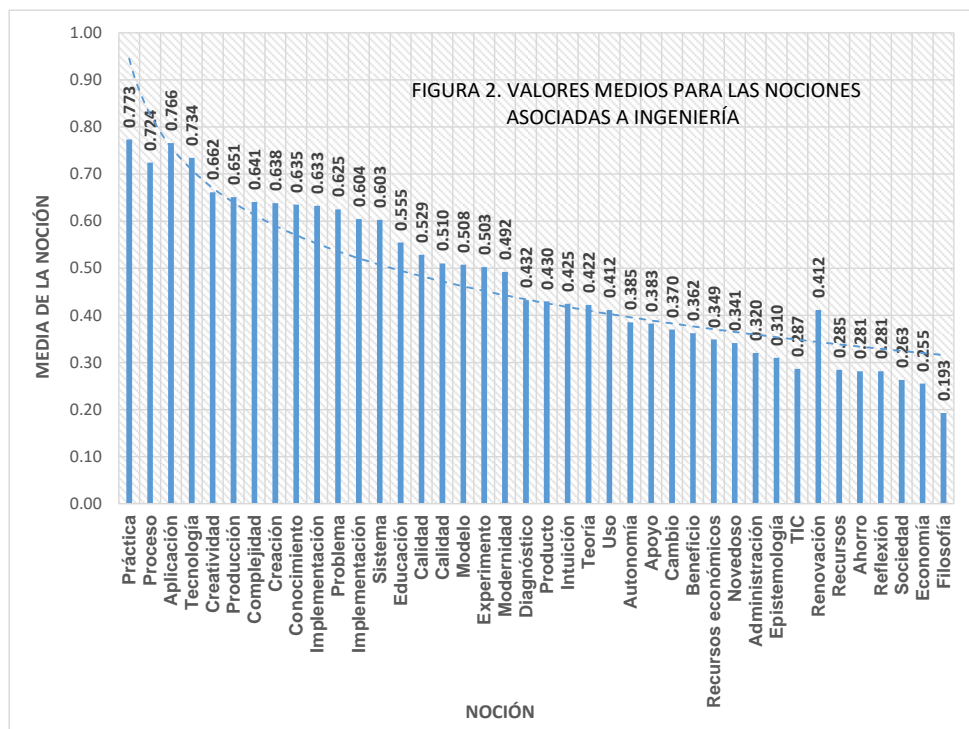
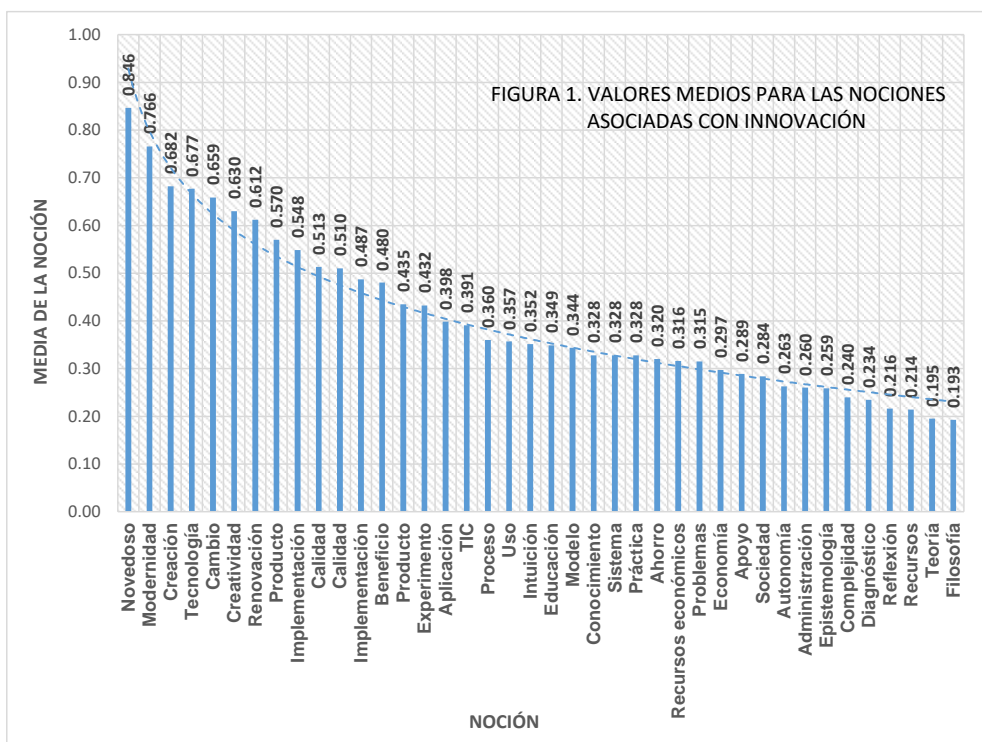
En la UPIIZ, ingeniería se asocia fuertemente con prácticas que si bien guarda relación con aplicación (que fue la noción dominante en UPIBI), es una noción de uso más generalizado, lo que se puede interpretar con una inmadurez conceptual en dicha Unidad Académica, explicable por la juventud de su creación y una ventana de oportunidad para abrir espacios de reflexión y discusión teórica sobre ingeniería e innovación.

Las Figuras 1 y 2 muestran los valores de medias para las nociones estudiadas de acuerdo a la relación que el encuestado establece con innovación e ingeniería respectivamente.

En estas figuras, además de la mención sobre las nociones dominantes, vale la pena hacer referencia a las nociones con menor asociación con innovación e ingeniería. En ambos casos, es notoria la opinión de la población estudiada con relación a aspectos abstractos, por ejemplo, Teoría.

Para los estudiantes de ingeniería, la teoría y la filosofía tienen muy poca relación, lo que deja ver el menosprecio o al menos desconocimiento de un corpus teórico de la innovación, que, si bien no es tan grave en el caso de la ingeniería, pues la noción “teoría” se ubica en una posición intermedia (lugar 23 de las 40 nociones estudiadas), si lo es para filosofía.

Resulta también preocupante la baja apreciación del vínculo de economía y sociedad (lugar 39 y 38) que los estudiantes miran con la ingeniería y aunque es menor en el caso de innovación.





## **4.2 Diferencias entre subpoblaciones**

Se entiende por subpoblaciones a cada una de las Unidades Académicas, los diferentes programas académicos, los semestres y los sexos. De las 80 asociaciones posibles, mediante la prueba de Chi cuadrada para 0.05% de error, bilateral, con frecuencias esperadas válidas mayores a 5.

Con relación a la Escuela, solo hay asociación entre esta variable y trece (de ochenta posibles) pares de nociones, lo que se interpreta como una ligera diferencia conceptual entre la UPIBI y la UPIIZ.

Las diferencias entre programas académicos o carreras son menores (5) que las encontradas entre escuelas; las diferencias son principalmente con las nociones relacionadas con ingeniería. Se reitera el par TIC-ingeniería y se refuerza el uso de dichos recursos en la formación y la influencia de este en la construcción conceptual. De lo anterior se desprende similitud entre carreras, hecho que habla del trabajo homogéneo que se realiza en tanto se trata de programas académicos de ingeniería que deben contar con la formación básica común con independencia de la especialización de la ingeniería de que se trate.

De igual manera, se reitera la diferencia para las nociones reflexión y problema y su vínculo con la innovación, pero se desdibuja la diferencia al relacionar epistemología con innovación e ingeniería.

Las diferencias conceptuales encontradas entre semestres también son pocas (7). Finalmente, los datos sobre sexos muestran pocas diferencias (8) entre ellos, por lo que para fines prácticos se pueden considerar como poblaciones homogéneas conceptualmente.

Realizando el análisis desde los conceptos, tiene especial importancia la relación de "creación" con ingeniería pues hay diferencia entre escuelas, entre carreras y entre semestres. Las diferencias conceptuales son ligeramente mayores al hablar de ingeniería (20) que al hablar de innovación (13) con independencia del tratamiento por subpoblaciones (escuela, semestre, carrera).

Estos resultados, animan a la realización de estudios posteriores para indagar sobre aspectos abstractos, teóricos y filosóficos como autonomía, conocimiento, reflexión, epistemología, teoría, intuición y filosofía como nociones presentes tanto en la innovación como en la ingeniería. Las nociones sobre las cuáles se encontraron diferencias se mencionan en la Tabla 4.

**Tabla 2. Diferencias significativas entre subpoblaciones**

	ESCUELAS		CARRERAS		SEMESTRE		SEXOS		Total
	Innova- ción	Ingenie- ría	Innova- ción	Ingenie- ría	Innova- ción	Ingenie- ría	Innova- ción	Ingenie- ría	
TIC	-	-	-	0.010	-	-	-	-	1
TEORÍA	-	-	-	-	-	-	0.05	-	1
PRÁCTICA	-	0.008	-	-	-	0.015	-	-	2
EXPERIMENTO	-	-	-	-	0.011	-	-	-	1
INSTINTO	-	-	-	0.018	-	-	-	-	1
CREACIÓN	-	0.003	-	0.001	-	0.016	-	-	3
SOCIEDAD	-	-	-	-	-	-	-	0.005	1
USO	-	-	-	0.035	-	-	-	-	1
SISTEMA	0.051	-	-	-	-	-	-	-	1
TECNOLOGÍA	-	0.041	-	-	-	-	-	-	1
CAMBIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOVEDOSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RECURSOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CREATIVIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDUCACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	0.020	1
FILOSOFÍA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BENEFICIO	-	-	-	-	-	-	0.022	0.014	2
CALIDAD	-	-	-	-	-	0.006	-	-	1
AHORRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADMINISTRACIÓN	0.053	-	-	-	0.049	-	-	-	2
DIAGNÓSTICO	-	0.038	-	-	-	0.024	-	-	2
APLICACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPLEJIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ECONOMÍA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRODUCTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROCESO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MODELO	-	0.033	-	-	-	-	0.003	-	2
CONOCIMIENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MODERNIZACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RENOVACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REFLEXIÓN	0.014	-	0.027	-	-	-	-	-	2
EPISTEMOLOGÍA	0.014	0.003	-	-	-	-	-	-	2
PRODUCCIÓN	-	0.635	-	-	-	0.05	-	-	2
RECURSOS ECONÓMICOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUTONOMÍA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
APOYO	0.024	-	-	-	-	-	0.028	-	2
PROBLEMA	0.024	-	-	-	-	-	-	0.05	2
IMPLEMENTACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE ASOCIACIONES SIGNIFICATIVAS	6	7	1	4	2	5	4	4	33

Fuente: Elaboración propia. Las celdas sombreadas indican las asociaciones para las cuáles se encontraron diferencias significativas para ingeniería (20 en total).

### 4.3 Interdependencia de variables

Mediante la prueba de correlación de Spearman (0.05%, 0.01%) (Tabla 5), se encontró que la edad está negativamente asociada con la noción de los sujetos en cuanto a que práctica está relacionada con ingeniería y sistema con innovación. Por el contrario, edad está positivamente asociada con aplicación-innovación, reflexión-innovación.

Al correr la prueba señalada para semestre, se observó que al incrementar la escolaridad (mayor cantidad de semestres) disminuye la idea de que TIC esté relacionada con innovación, sistema- innovación, tecnología- innovación. Resultados contrastantes se encontraron para tecnología-ingeniería, administración-innovación, diagnóstico-innovación, diseño ingeniería, modelo ingeniería, conocimiento-innovación, producción ingeniería y su interdependencia con tiempo de escolarización.

Debido al número de correlaciones (solo diez) y los valores de correlación (menores a 0.2), se asevera que la interdependencia del semestre es marginal en la construcción de las nociones estudiadas y relacionadas con innovación e ingeniería, sin embargo, es la variable que mayor interdependencia muestra.

**Tabla 3. Valores de interdependencia entre edad y semestre con las nociones estudiadas**

<i>TIC-innovación</i>	<i>Edad</i>	<i>Semestre</i>
		-0.111*
<i>Práctica-Ingeniería</i>	-0.122*	-
<i>Sociedad-Ingeniería</i>	-	-
<i>Sistema-Innovación</i>	-0.108*	-0.165**
<i>Tecnología Innovación</i>	-	-0.142**
<i>Tecnología-Ingeniería</i>	-	0.107*
<i>Calidad-Ingeniería</i>	-	-
<i>Administración-Innovación</i>	-	0.130*
<i>Diagnóstico-Innovación</i>	-	0.102*
<i>Diseño-Ingeniería</i>	-	0.119*
<i>Implementación-Ingeniería</i>	-	-
<i>Aplicación-Innovación</i>	0.118*	-
<i>Modelo-Ingeniería</i>	-	0.125*
<i>Conocimiento-Innovación</i>	-	0.131*
<i>Modernización-Ingeniería</i>	-	-
<i>Reflexión-Innovación</i>	0.167**	-
<i>Producción-Ingeniería</i>	-	0.106*
<i>Autonomía- Ingeniería</i>	-	-
<i>edad</i>	1.0	0.696**
<i>carrera</i>	- 0.136**	-0.172**
<i>semestres</i>	0.696**	1.0

\*correlación significativa a 0.05 (dos colas), \*\*correlación significativa a 0.01(dos colas)

#### **4.4 Discusión de los resultados**

Visto en el marco de la propuesta de ingeniería pura e ingeniería aplicada, la formación del pensamiento ingenieril e innovador no debe limitarse a desarrollar competencias tales como el funcionamiento de equipos (por sofisticados que sean), ni al diseño de nuevos dispositivos, ya que son competencias que eventualmente deben ser cubiertas por técnicos y tecnólogos. El reto formativo se sitúa en lograr la conjunción de conocimiento previo y configuración imaginaria de nuevas realidades posibles, como plantea la epistemología de la imaginación, la cual ha sido abordada en otros países como la conjunción de conocimiento, imaginación y creatividad (véase Furman, 2016).

Por ello, aunque de manera tradicional se considera que el pensamiento innovador inicia con la concepción de que el producto (hasta ahora, tradicionalmente considerado como la parte más importante del proceso de innovación), se debe tener presente, que dicho producto proviene de un proceso que clama por ser ensalzado, reconocido en su vínculo con los problemas, y que estos no están definidos sino que se construyen reflexionando. Además, debe considerarse que este proceso se lleva a cabo prestando atención al conocimiento no consciente (la intuición) e interactuando en una comunidad de aprendizaje, teniendo, de manera especial, al lenguaje como mediador pero también como la moneda de cambio con la que se puede negociar conceptualmente, gnoseológicamente, de doxa y de episteme.

Aunado a lo anterior y, desde la propuesta que se maneja en la presente contribución, es menester trabajar sobre la cognición de los ingenieros en formación en términos del razonamiento práctico, el razonamiento formal y el razonamiento simbólico-imaginativo propuestos por la epistemología de la imaginación. Esto es planteado como una tríada cognitiva para *novitas* en la *innovatio-ōnis* de la tríada ciencia-tecnología-educación (Rodríguez-Salazar y Rosas-Colín, 2016), a fin de llevarlos a la toma de conciencia sobre sus nociones, las interrelaciones entre ellas y las consecuencias para interpretar e intervenir en su arribo a la realidad.

Con relación a los datos y a pesar de la ligera diferencia entre Unidades Académicas, resulta interesante hacer algunas reflexiones. La existencia de la infraestructura de TIC es una condición que conduce a los estudiantes a asociar dicha infraestructura con ingeniería. Su explicación, como implicación en el marco básico del silogismo, indica que si dicha condición existe en una escuela de ingeniería, luego entonces hay una estrecha relación entre la profesión y las TIC. La diferencia de opinión tiene un correlato con la diferencia de infraestructura TIC entre las escuelas y refuerza la importancia del espacio físico para la formación tanto conceptual como de su referente empírico.

Estos resultados también permiten delinear pautas para profundizar en el fomento a la creatividad, la construcción de modelos y los procesos de diseño en los estudiantes de ingeniería entre una y otra escuela.

En lo que se refiere a la noción de innovación, llaman especialmente la atención las diferencias encontradas entre Unidades Académicas en las que se llevó a cabo el estudio, en lo referente a los conceptos de Reflexión, Epistemología, Proceso y Problema.

Los resultados de interdependencia entre variables muestran que conforme el sujeto crece (aumento de edad) su noción de que la innovación está relacionada con la reflexión es más fuerte. Dado que esta noción está correlacionada con edad y no con semestre (aunque semestre y edad tienen una correlación fuerte de 0.696 como se muestra en la tabla 3), se afirma que la noción se construye en la educación informal y no en la educación formal.

Los resultados anteriores, especialmente las correlaciones entre las variables semestre y nociones, hablan de la importancia de la escuela en el cambio concepcional y el rumbo correcto que está tomando al afianzar que la ingeniería está vinculada con procesos de diseño, modelación y producción. De igual forma, se aprecia avance con relación a innovación y los procesos de administración, diagnóstico y conocimiento. Sin embargo, es necesario llevar a cabo la revisión profunda y crítica a partir de los resultados de “desaprendizaje” que sufre el estudiante al dejar de considerar qué sistema guarda relación con innovación, así como tecnología con innovación, pues estas relaciones se debilitan conforme avanza la escolarización.

En última instancia, es impostergable la revisión del papel que el proceso de escolarización está jugando en los procesos cognitivos del ingeniero. A partir del número de correlaciones (solo diez de ochenta posibles) y los valores de correlación (todos menores a  $\pm 0.2$ ), se puede inferir que la interdependencia de la variable semestre con las nociones del sujeto es baja, mientras que la escolarización tiene un papel marginal en el proceso cognitivo del ingeniero.

Estos resultados, que por sus implicaciones en el marco de la filosofía de la ciencia no pueden ser presentados como evidencia, en el marco de nuestra propuesta de epistemología de la imaginación, son presentados como ostentaciones del proceso cognitivo de estudiantes de ingeniería que esperan la oportunidad de ser debatidos dialógicamente entre los ingenieros en formación, para ser reformulados al reformularse en los ingenieros ya formados. En este punto cabe señalar, que a diferencia del planteamiento de algunos autores respecto a que el lenguaje es el medio más importante para el desarrollo del pensamiento (Furman, 2016), el planteamiento en este trabajo es que la base para este desarrollo es el lenguaje preconceptual expresado como lenguaje simbólico en las nociones.

## 5. Conclusiones e impacto

Aunque existen diferencias entre UPIBI y UPIIZ respecto a sus nociones, estas no son suficientes para hablar de Unidades Académicas diferenciadas. Lo mismo se puede afirmar para carreras y sexos en dichas unidades académicas.

En el marco de la visión tradicional que destaca el papel del lenguaje en el desarrollo del pensamiento, en ambas comunidades se apreciaría una noción de innovación muy limitada e ingenua circunscrita al nivel léxico, es decir, sin reflexión sobre los elementos sociales, cognitivos, proactivos para la introducción de novedades y el cambio que esto entraña.



Visto en el marco de la epistemología de la imaginación, las representaciones simbólico-imaginativas de la comunidad estudiada en ambas unidades académicas, no responden a la trayectoria formativa esperada, sobre todo para lo que categorizamos como ingenieros puros. Esto nos lleva a plantear que el impacto de la escuela en la formación de la cognición ingenieril es marginal y debe reforzarse. Por lo tanto, nuestro planteamiento es que este reforzamiento se debe llevar a cabo poniendo el énfasis en la tríada cognitiva que subyace en los procesos cognitivos, lo cual es motivo de un nuevo trabajo sobre el tema para ser desarrollado por nuestro grupo de investigación.

Esto a su vez, abre nuevas líneas de trabajo para realizar estudios semejantes con poblaciones estudiantiles académicamente distantes de la ingeniería, incluso con poblaciones sin formación profesional, a fin de contrastar las nociones y reforzar los hallazgos de este estudio.

### **5.1 Impacto**

En este trabajo se definió, en líneas generales, la base de nociones dominantes sobre innovación e ingeniería bajo un método etnográfico de investigación exploratoria, como punto de partida para una indagación cognitiva de sus bases en la tríada cognitiva. Por lo tanto, se sugiere la línea de experimentación psicogenética propuesta por la epistemología de la imaginación, que seguramente abrirá espacios de discusión y confrontación sobre aspectos teóricos, filosóficos, epistemológicos y su efecto en el cambio concepcional.

No obstante el corto alcance del trabajo, esto no invalida el impacto logrado hasta el momento, por lo que planteamos que los resultados obtenidos deberían ser tomados en cuenta en la definición de trayectos formativos, tanto los formales como los informales, en pos de un proceso de innovación en nuestras dos categorías de ingenieros: ingenieros puros e ingenieros aplicados.

## **6. Bibliografía**

- Almeida, J.P. y G. Guizzardi. (2013). *An ontological analysis of the notion of community in the RM-ODP enterprise language*. Computer Standards & Interfaces. 35-257-268.
- Aman, I. (2012). *A scientific study of language through the human communication system notion*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 46: 1312 – 1317.
- Aranda Barradas, J. S. (2016). Epistemología de la Imaginación y belleza en matemáticas. En Z. Monroy Nasr y L. M. Rodríguez Salazar (Coordinadores), *Imaginación y Conocimiento: de Descartes a Freud*. Corinter Humanidades-Gedisa, México, en imprenta.
- Aranda Barradas, J. S. y Rosas-Colín, C. P. (2015) Conocimiento como concepto epistemológico en el proceso educativo. En Rodríguez-Salazar L. M. y Monroy Nasr Z. (Coordinadores). *Psicología para Epistemólogos, Epistemología para Psicólogos*. Corinter-Gedisa-UNAM. .

Buizard, J.M. (2012). Conscience et perception: contradictions de la théorie freudienne et perte d'un héritage philosophique. *L'évolution psychiatrique* 77: 599-617

Edwards-Schachter, M., A. García-Granero, M. Sánchez-Barrioluengo, H. Quesada- Pineda y N. Amara (2014). *Disentangling competences: Interrelationships on creativity, innovation and entrepreneurship. Thinking Skills & Creativity*  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.tsc.2014.11.006>

Freund, M. (2009). *On the notion of concept II. Artificial Intelligence* 173:167–179.

Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. *XI foro latinoamericano de educación*. Fundación Santillana, Argentina 81 pp.

Gutiérrez Barba, B. E. (2015). Piaget, biólogo entre psicólogos y sociólogos. En Rodríguez-Salazar L. M. y Monroy Nasr Z. (Coordinadores). *Psicología para Epistemólogos, Epistemología para Psicólogos*. Corinter-Gedisa-UNAM.

Gutiérrez Barba, B. E. (2016). La noción de innovación educativa entre los profesores. En Gutiérrez Barba, B.E. *Innovación y sustentabilidad. Lecciones para aprender y emprender el cambio en la escuela*. Corinter Humanidades-Gedisa, México.

Graue, E. y C. P. Brown. (2003). Preservice teachers' notions of families and schooling. *Teaching and Teacher Education* 19: 719–735.

Gries, S.T. (2013). Sources of variability relevant to the cognitive sociolinguist, and corpus- as well as psycholinguistic methods and notions to handle them. *Journal of Pragmatics*.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pragma.2012.12.011>.

He, J. y T. Sikor, (2015). *Notions of justice in payments for ecosystem services: Insights from China's Sloping Land Conversion Program in Yunnan Province*. *Land Use Policy* 43: 207-216.

Hoholm, T. y L. Araujo. (2011). *Studying innovation processes in real-time: The promises and challenges of ethnography*. *Industrial Marketing Management* 40: 933–939.

Instituto Politécnico Nacional (2016a). Misión Institucional. Disponible en:  
<http://www.ipn.mx/Acerca-del-IPN/Paginas/Mision-y-Vision.aspx> Consultado el 30 de junio de 2016.

Instituto Politécnico Nacional (2016b). Programa Académico a Nivel Superior. Disponible en  
<http://www.datosabiertos.ipn.mx/busqueda/Paginas/academico.aspx> Consultado el 30 de junio de 2016.

Lo, S. H. y Ville, I. (2008). The “employability” of disabled people in France: A labile and speculative notion to be tested against the empirical data from the 2008 “Handicap-Santé” study. *ALTER, European Journal of Disability Research* 7:227-243.

Louçã, F. (2014). The elusive concept of innovation for Schumpeter, Marschak and the early econometricians. *Research Policy* 43:1442–1449.

Lucas, P.J.F. (1998). *Analysis of notions of diagnosis. Artificial Intelligence* 105:295-343.

Machery, E. (2007). 100 years of psychology of concepts: the theoretical notion of concept and its operationalization. *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.* 38: 63–84.

- Moore, A., B. Carter, A. Hunt y K. Sheikh. (2013). 'I am closer to this place'—Space, place and notions of home in lived experiences of hospice day care. *Health & Place* 19:151-15.
- Qing Zhou, Yingmin Zhao, Jiani Hu, Yang Liu, Lijuan Xing. (2010a). Pre-service chemistry teachers' attitude toward ICT in Xi'an. *Procedia. Social and behavioral science*. Pages 1407–1414.
- Qing Zhou, JianiHua, Shan Gao (2010b). Chemistry teachers' attitude towards ICT in Xi'an *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 pages 4629–4637.
- Rey de Marulanda, N. y Tancredi, F. (2010). *De la innovación social a la política pública. Historias de éxito en América Latina y el Caribe*. CEPAL 167 pp.
- Rodríguez-Salazar L. M. (2015). *Epistemología de la Imaginación: el trabajo experimental de Ørsted*. Editorial Corinter, México
- Rodríguez Salazar L. M. (2016). Empirismo Racionalista, Racionalismo Apriorista y el Origen de la Psicología Teórica. En Rodríguez-Salazar y Monroy Nasr (Coordinadores). *Psicología para Epistemólogos, Epistemología para Psicólogos*. Corinter-Gedisa-UNAM. ISBN: 978-607-7618-61.
- Rodríguez-Salazar, L.M. (2016). La imaginación en Kant y la epistemología de la imaginación. En Monroy Nasr, Z y Rodríguez-Salazar, L. M. *Imaginación y Conocimiento: de Descartes a Freud*. Corinter Humanidades-Gedisa, México.
- Rodríguez-Salazar, L. M. & Rosas-Colín, C. P. (2011). Bases Teórico-Methodológicas para una epistemología de la imaginación: ¿por qué Piaget? En L. M. Rodríguez-Salazar, R. Quintero-Zazueta & A. R. Hernández Ulloa (coordinadores). *Razonamiento Matemático. Epistemología de la Imaginación. (Re) Pensando la Epistemología en Matemática Educativa*. Gedisa Editorial.
- Rodríguez-Salazar, L. M. & Rosas-Colín, C. P. (2016). Psicología y epistemología: novitas en la innovatio-ōnis de la tríada ciencia-tecnología-educación. En Gutiérrez Barba, B.E. *Innovación y sustentabilidad. Lecciones para aprender y emprender el cambio en la escuela*. Corinter Humanidades-Gedisa, México.
- Varjas, K., B. K. Nastasi, R.B. Moore y A. Jayasena. (2005). Using ethnographic methods for development of culture-specific interventions. *Journal of School Psychology* 43:241-258.