



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN  
DE INGENIEROS EN LA  
ERA DIGITAL



# FENOMENOLOGÍA DE LAS CONCEPCIONES SOBRE LA INGENIERÍA DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA EN BOGOTÁ

**Juan Sebastián Sánchez Gómez**

**Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia**

**Jeniffer Samanta Samacá Figueroa**

**Universidad de la Salle  
Bogotá, Colombia**

## Resumen

La Ingeniería ha sido una disciplina con un histórico prestigio social, que sumado a la mítica complejidad del razonamiento numérico y a los altos costos de la educación superior, se alejó del alcance de todos y consolidó un estigma social que genera temor estudiarla. En este contexto, se requiere hacer una intervención que permita cambiar estas concepciones sobre la Ingeniería en estudiantes de educación media, para que enfrenten su proceso de orientación profesional sin miedos y puedan elegir estudiar cualquier carrera de Ingeniería. En el marco de la alianza entre la Secretaría de Educación Distrital (SED) y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), nace en 2017 el Reto Ingeniería para el Bienestar Estudiantil (Reto IBE), como un concurso para estudiantes de educación media de Instituciones de Educación Distrital (IED), que pretende incentivar el interés por la ingeniería mediante el desarrollo de proyectos guiados por estudiantes voluntarios de Ingeniería de Instituciones de Educación Superior (IES). Estas ideas convertidas en proyectos de Ingeniería dan solución a problemas del entorno escolar en las líneas pedagógicas de los Planes Integrales de Bienestar Estudiantil (PIBES), que la SED definió como estilos de vida saludable, movilidad escolar y prevención del riesgo escolar. Para tal fin, este estudio presenta una investigación cualitativa que permite analizar el aprendizaje colaborativo que surge de la interacción entre los estudiantes de educación media y los estudiantes de educación superior y evaluar su aprendizaje vivencial durante el Reto. Este estudio utiliza la fenomenología como estrategia metodológica, con el fin de identificar las concepciones sobre la Ingeniería construidas por los participantes a lo largo del concurso, e implementa un protocolo de observación como instrumento de autoría propia para la recolección de datos. Este estudio fenomenológico será implementado anualmente para cada Reto IBE desde su versión 2019, y será un instrumento de evaluación que permitirá una mejora continua del concurso, teniendo como agentes principales a

los participantes y su experiencia de aprendizaje.

**Palabras clave:** concepciones sobre ingeniería; educación en ingeniería; educación media

### **Abstract**

*Engineering has been a discipline with a historic social prestige, which added to the mythical complexity of numerical reasoning and the high costs of higher education, it was far from the reach of people and consolidated a social stigma that generates fear of studying it. In this context, it is necessary to make an intervention that allows to change these conceptions about Engineering in middle school students, so that they face their professional guidance process without fears and can choose to study any Engineering career. Within the framework of the partnership between the District Education Secretariat (SED) and the Colombian Association of Engineering Faculties (ACOFI), the Engineering Challenge for Student Wellness (IBE Challenge) was born in 2017, as a competition for middle school students of District Education Institutions (IED), which aims to encourage interest in engineering through the development of projects guided by engineering students of Higher Education Institutions (IES). These ideas, converted into engineering projects, solve problems of the school environment in the pedagogical lines of the Integral Plans of Student Wellness (PIBES), which the SED defined as school meals, school mobility and prevention of school risk. For this purpose, this study presents a qualitative research that allows to analyze the collaborative learning that arises from the interaction between the middle education students and the higher education students and to evaluate their experiential learning during the IBE Challenge. This study uses phenomenology as a methodological strategy, in order to identify the conceptions about engineering constructed by the participants throughout the competition, and implements an observation protocol as an instrument of own authorship for data collection. This phenomenological study will be implemented annually for each IBE Challenge from its 2019 version, and will be an evaluation tool that will allow a continuous improvement of the competence, having as main agents the participants and their learning experience.*

**Keywords:** conceptions about engineering; engineering education; middle education

## **1. Introducción**

A causa del déficit de Ingenieros en Colombia, se concibe la necesidad de llegar a estudiantes de grados noveno, décimo y undécimo de los colegios distritales de Bogotá, para incentivar su interés por la ingeniería como una opción para su educación superior. En este contexto, nace el Reto Ingeniería para el Bienestar Estudiantil (Reto IBE), como una alianza entre la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y la Secretaria de Educación Distrital (SED). El Reto IBE es un concurso anual en el que los estudiantes de educación media desarrollan ideas y con estudiantes de Ingeniería las transformen en proyectos, que dan solución a problemáticas relacionadas con las temáticas de los Planes Integrales de Bienestar Estudiantil (PIBES), como lo son estilos de vida saludable, movilidad escolar y gestión del riesgo. Este concurso tiene cuatro fases,

una primera fase de convocatoria para atraer a los participantes en los colegios y a los voluntarios en las universidades, una segunda fase de revisión de ideas, una tercera fase de formulación de proyectos y una cuarta fase de evaluación y divulgación. En la última fase, los mejores proyectos serán presentados en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI), en donde podrán compartir con Decanos y Directores de Universidades, estudiantes de pregrado y posgrado, y demás personas influyentes de la Ingeniería en Colombia (Sánchez & Tafur, 2018).

Atendiendo la necesidad de evaluar el proceso y la experiencia del participante, se propone realizar un análisis cualitativo, el cual es entendido por Fuster (2018) como un conjunto de prácticas descriptivas que permiten su análisis por medio de una serie de representaciones como escritos, entrevistas, fotografías y encuestas. Así mismo, Creswell (2013) lo define como un conjunto de prácticas interpretativas que permite establecer los componentes de la esencia de la investigación, por lo cual, el presente estudio se desarrolla mediante una metodología fenomenológica, la cual busca comprender e identificar las concepciones experimentadas desde una serie de sucesos que modifican la perspectiva del sujeto. Para Kolb (2014) dicha metodología se realiza a través de recolección de datos sobre la vivencia y el razonamiento de los mismos, para obtener como producto un texto reflexivo acerca de la experiencia individual y grupal. Este enfoque asume el análisis de las situaciones vividas como aquello que se encuentra más allá de lo cuantificable y profundiza en las alteraciones que consiguió en el participante, tomándolo como sujeto activo y reflexivo que pone a prueba sus aptitudes, actitudes sociales y conocimientos técnicos para lograr la adquisición del conocimiento basado en la experiencia (Kolb, 2014). El modelo de Kolb (2014), establece que el conocimiento se adquiere por medio de dos dimensiones, las cuales son la perspectiva y el procesamiento. Es decir, que el aprendizaje se adquiere cuando las personas perciben y luego procesan la información reflexivamente. De ahí, Kolb postula el ciclo de aprendizaje experimental como 4 etapas divididas en experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa, donde el aprendizaje puede comenzar en cualquiera de estas de manera espontánea.

Esta investigación cualitativa utiliza como instrumento un protocolo de observación, el cual permite evaluar los relacionamientos que experimenta el sujeto con su entorno, contemplando la experiencia vivida en conjunto con las personas que intervinieron en ella a lo largo del proceso de aprendizaje. Meza, Cox & Zamora (2015) recomiendan que el protocolo presente instrucciones y/o aclaraciones aparte de ciertas informaciones relevantes que garanticen que la información levantada sea pertinente respecto al fenómeno a observar. Por lo cual, para su elaboración se contemplan dos fases, la fase introductoria y la de cierre, presentándose en forma de matriz donde se categoriza el rol de cada uno de los involucrados, expresado en términos sencillos y haciendo que el sujeto de manera abierta califique con base en una escala de satisfacción ya estipulada cada uno de los aspectos sociales experimentados de manera grupal e individual. Este instrumento da lugar a la comprensión del papel que cada uno de los que intervinieron en el proceso desarrolló y la efectividad del mismo, permitiendo mediante un análisis interpretativo, calificar y categorizar el trabajo desempeñado por los participantes. De esta manera, el análisis de este instrumento servirá para atender los requerimientos y necesidades que se den en el acompañamiento que requiera el estudiante, logrando mejoras enfocadas en acciones a favor del participante en cuanto a su desarrollo y competitividad a lo largo del concurso.

Con base en lo anterior, el Reto IBE es una oportunidad de aprendizaje vivencial, que promueve nuevas experiencias donde las concepciones sobre la ingeniería se ven ampliadas mediante la propuesta autónoma de proyectos. Así mismo, permite no solo el desarrollo personal de los estudiantes de educación media sino también de los voluntarios de educación superior que lo guían. Por lo tanto, el protocolo de observación implementado en el presente estudio tiene como objetivo recolectar la información suficiente para realizar el análisis cualitativo correspondiente a cada uno de los factores que intervienen y afectan directamente al participante. La implementación de los resultados de esta investigación en las futuras versiones del Reto IBE, promete una mejora continua en la experiencia de los participantes, gracias a la identificación y comprensión de sus concepciones sobre la ingeniería y su acercamiento a esta mediante el aprendizaje vivencial que adquieren durante el reto.

## 2. Justificación

El presente estudio busca identificar las concepciones sobre la ingeniería de los participantes del Reto IBE, para comprender la forma en que perciben el rol del ingeniero en la sociedad y la utilidad que representa para su orientación profesional. Además, se pretende identificar como el reto acerca a los estudiantes de educación media a la Ingeniería, con el fin de ser contemplada como una opción para su educación superior. Este estudio fenomenológico es un análisis cualitativo del aprendizaje vivencial adquirido durante el reto, para ofrecer una mejora continua en las próximas versiones del concurso y en la experiencia en sus participantes.

## 3. Metodología

El estudio fenomenológico de las concepciones sobre la ingeniería de estudiantes de educación media de colegios públicos de Bogotá, que participan anualmente en el Reto IBE, es desarrollado en tres etapas (ver figura 1).



Figura 1. Etapas del análisis de tres niveles. Editado de Auerbach & Silverstein (2003)

### 3.1 Análisis descriptivo de la información

Se realizó la recopilación de datos por medio del protocolo de observación durante la fase de desarrollo de proyectos del Reto, la cual fue llevada a cabo por los investigadores en los respectivos colegios de los participantes. Este instrumento permite conocer la interacción estudiante-voluntario y el desempeño por roles por parte del estudiante y del voluntario, mediante una serie de criterios establecidos en una escala de Likert, como lo son totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni en desacuerdo ni de acuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo. Dicha información posteriormente fue transcrita para facilitar su organización y posterior análisis, y codificada mediante la metodología de análisis y codificación de datos de Auerbach & Silverstein (2003), con el fin de analizar los resultados a través de un proceso inductivo en el que los datos brutos sean agrupados en códigos que se construyen a partir de dicha información. Este análisis comenzó a partir de la clarificación de los objetivos de investigación, seguido de la búsqueda de literatura relevante en los datos brutos que son agrupados en primeros códigos (Auerbach & Silverstein, 2003).

### 3.2 Análisis interpretativo y teórico de la información

En el análisis interpretativo y teórico de la información, los datos fueron refinados y agrupados en temas que luego conformaron categorías las cuales permitieron su interpretación y razonamiento, dando lugar a la redacción de una narrativa teórica basada en literatura relevante propia de este campo de investigación. En esta fase de análisis se integran las voces de los investigadores, participantes y voluntarios con el propósito de concluir cada una de las evaluaciones objeto de estudio (Auerbach & Silverstein, 2003).

## 4. Resultados

El protocolo de observación aplicado contempla 18 preguntas (ver Tabla 1), que fueron contestadas por los investigadores al observar la interacción entre los estudiantes de educación media y los de educación superior al desarrollar el proyecto durante el Reto IBE.

**Tabla 1.** Descripción de las preguntas del protocolo de observación

Ítem	Pregunta
A	El voluntario interactúa con los estudiantes
B	El voluntario crítica las ideas, no al estudiante
C	El voluntario manifiesta confianza en los estudiantes.
D	Se percibe entusiasmo en el voluntario por guiar al estudiante.
E	Ambas partes están satisfechas con el trabajo realizado por el otro.
F	El voluntario escucha atentamente a los estudiantes.
G	El voluntario ayuda a los estudiantes a evaluarse.
H	El voluntario estimula al estudiante a que alcance el conocimiento por su propia cuenta.
I	El voluntario utiliza la metodología de aprendizaje basado en problemas.
J	El voluntario propone ejemplos de la vida cotidiana en los cuales se necesita conocimiento en Ingeniería.
K	El voluntario fomenta la reflexión.
L	El voluntario solicita al estudiante argumentar su respuesta.
M	El voluntario no proporciona toda la información, sino que hace preguntas para que el estudiante construya su conocimiento.
N	El voluntario ofrece de manera oportuna solución a las dudas del estudiante.
O	El estudiante muestra interés por responder las preguntas del voluntario.

P	El estudiante se esfuerza por completar los formatos.
Q	Hay una participación activa en la construcción de conocimiento propio.
R	El estudiante realiza preguntas sobre lo que no logra entender.

En total se realizaron 20 protocolos de observación que dieron respuesta a las preguntas según el nivel de satisfacción que presenta la escala de Likert. Esta muestra de 20 observaciones se presenta en términos porcentuales (ver Tabla 2) para conocer la frecuencia de los niveles de satisfacción en cada una de las 18 preguntas (ver Figura 2).

**Tabla 2.** Porcentajes de respuesta del protocolo de observación

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Totalmente en desacuerdo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
En desacuerdo	35%	0%	30%	0%	0%	30%	0%	30%	0%	0%	30%	5%	0%	0%	5%	0%	5%	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5%	0%	5%	40%	35%	0%	35%	0%	30%	5%	0%	5%	30%	35%	0%	5%	0%	5%
De acuerdo	20%	65%	20%	15%	35%	55%	40%	35%	55%	40%	30%	60%	45%	55%	30%	35%	40%	15%
Totalmente de acuerdo	40%	35%	45%	45%	30%	15%	25%	35%	15%	55%	40%	30%	25%	10%	65%	60%	55%	80%

En el ítem A sobre la interacción entre el estudiante de educación media (participante) y el estudiante de educación superior (voluntario), los niveles de acuerdo y totalmente de acuerdo obtuvieron un 60%, sin embargo, el nivel en desacuerdo presentó un 35%. Por lo cual, se infiere que en algunos casos se tuvo una intercomunicación pobre y poco asertiva por ambas partes, la que retrasa el desempeño del participante. Con ninguna calificación desfavorable en el ítem B, se entiende que el acompañamiento crítico constructivo que promueve el voluntario, resultó ser útil en la medida en que beneficia el desempeño de los participantes en cada una de las etapas del reto.

A pesar de presentar un porcentaje del 65% de favorabilidad en el ítem C, hay un 35% en desacuerdo con la confianza manifestada por el voluntario en los estudiantes, lo que hace resaltar la importancia de un acompañamiento funcional donde se entable un ambiente de aprendizaje y reflexión. En el ítem D no se presentaron calificaciones desfavorables, lo cual indica el cumplimiento de la función del voluntario de impulsar y motivar al participante mediante el acompañamiento y guía.

En el ítem E, en un 65% ambas partes se encuentran de acuerdo y totalmente de acuerdo con el trabajo desempeñado, mientras que un 35% expone tener una posición neutral frente a la satisfacción que puede ser causada por las fallas en la comunicación. Con base en las calificaciones presentadas en el ítem F, se pudo evidenciar un nivel de acuerdo y totalmente de acuerdo del 70%, que representa la satisfacción de los participantes al sentirse escuchados y atendidos por el voluntario. Cabe resaltar que sigue existiendo un porcentaje bajo de desacuerdo con el desempeño del voluntario en este ámbito.

El ítem G presenta un porcentaje del 35% de neutralidad y la mayoría de las calificaciones se

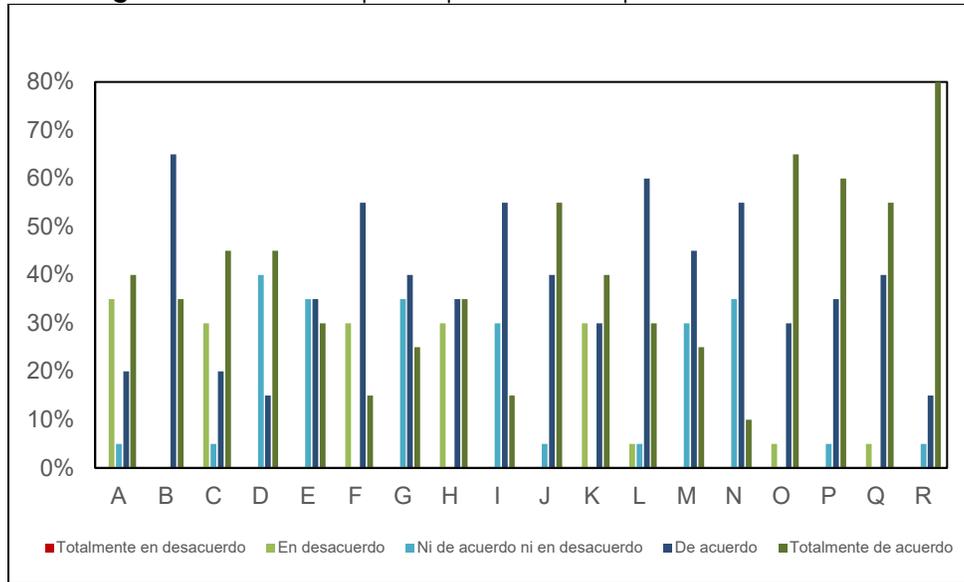
encuentran en el rango de favorabilidad, dado que el voluntario estimuló al participante a evaluarse generando un espíritu crítico, que le permitió mediante una introspección, comprender y asimilar las nuevas concepciones y conocimientos adquiridos a lo largo de esta experiencia. Según los datos obtenidos, en el ítem H se evidencia niveles de favorabilidad del 70% respecto a la ayuda horizontal brindada por el voluntario. Esto le permitió al estudiante el alcance del conocimiento por su propia cuenta, así mismo en el ítem M se presentaron niveles favorables que avalan que el voluntario suministró solo la información necesaria.

Las valoraciones favorables que presentaron los ítems I y J, resaltan la funcionalidad de la metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP), que promovió que los participantes plantearan soluciones basadas en investigación y reflexión de problemas cotidianos. Así mismo, se fomentó la argumentación crítica que fue requerida a lo largo del reto, la cual permitió sustentar y argumentar cada proyecto. En el ítem K se evidenció un 90% de satisfacción por el rol del voluntario donde incitó al participante argumentar sus respuestas y reflexionar sobre el mismo.

El ítem N presentó un 65% de favorabilidad respecto al desempeño del voluntario en la atención oportuna de dudas e inquietudes, imprescindible para la motivación del estudiante. Los ítems O y P presentaron altos niveles de favorabilidad respecto a la disposición del participante en cumplir y seguir con los protocolos del reto y su interacción con el voluntario en un diálogo de doble vía en el que el participante aprovechó los conocimientos que el voluntario le compartió. En el ítem O solo un 5% en desacuerdo y en el ítem P se presentó un 5% de neutralidad. Así mismo, el participante muestra iniciativa preguntando y una participación activa, según los ítems Q y R el 95% de favorabilidad representa la apropiación del proyecto por parte del participante, de tal forma que llevo a cabo investigaciones propias y complementó la construcción de su conocimiento.

Con base en el análisis anterior y resaltando que ninguno de los participantes se encontró completamente en desacuerdo con ninguna de las preguntas realizadas, se infiere que la interacción con el voluntario y el rol desempeñado por cada uno de ellos suscitó en el participante experiencias que lograron una evolución en su aprendizaje y suscitó interés por la ingeniería. Además, los participantes presentaron disposición y avance notorio en cuanto a las concepciones que tenían sobre la ingeniería.

**Figura 2.** Gráfica de respuestas porcentuales del protocolo de observación.



## 5. Conclusiones

El porcentaje de favorabilidad en los niveles de acuerdo y totalmente de acuerdo fue de al menos el 60% en todas las preguntas, por lo que el Reto IBE promovió el desarrollo de nuevas concepciones en ingeniería en cada uno de los participantes que se vieron beneficiados por el acompañamiento de voluntarios, mejorando así el desempeño en la construcción de conocimiento por medio del aprendizaje vivencial.

A pesar de estos altos niveles de favorabilidad, el protocolo de observación debe consolidarse en las próximas versiones del Reto IBE como un instrumento para controlar y supervisar el trabajo realizado por el voluntario, su interacción y comunicación con el participante de tal forma que sea atendido de manera oportuna y asertiva.

Finalmente, la interacción entre el participante y el voluntario durante el Reto IBE permite motivar a los participantes en el desarrollo del proyecto, así como tener un acercamiento a la ingeniería, para que sea contemplada como una opción para su educación superior.

## 6. Referencias

- Auerbach, C. & Silverstein, L. (2003). *Qualitative data: An introduction to coding and analysis*. New York: New York University Press.
- Creswell, J. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks. Sage.
- Fuster, D. (2018). *Qualitative Research: Hermeneutical Phenomenological Method*. Vol 7, N° 1: pp. 201 – 209. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>

- Kolb, D. (2014). *Experiential learning experience as the source of learning and development: The process of experiential learning* (2a ed.). New Jersey, Estados Unidos.
- Meza, M., Cox, P. & Zamora, G. (2015). *What and how to observe interactions to understand teachers' educational authority*. Educ. Pesqui. vol.41 no.3. Sao Pablo, Brasil. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022015051777>
- Sánchez, J. & Tafur, M. (2018). *First steps in Engineering: Promoting Engineering disciplines in middle education students from public schools in Bogotá*. Proceedings of 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE), Volume: 8, Brasilia, Brasil. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/325653510\\_First\\_steps\\_in\\_Engineering\\_Promoting\\_Engineering\\_disciplines\\_in\\_middle\\_education\\_students\\_from\\_public\\_schools\\_in\\_Bogota](https://www.researchgate.net/publication/325653510_First_steps_in_Engineering_Promoting_Engineering_disciplines_in_middle_education_students_from_public_schools_in_Bogota)

### Sobre los autores

- **Juan Sebastián Sánchez Gómez:** Ingeniero Biomédico, estudiante de Maestría en Educación y Maestría en Política Pública e investigador del Centro de Innovación en Tecnología y Educación (Conecta-TE), todo en la Universidad de los Andes. Email: [js.sanchez14@uniandes.edu.co](mailto:js.sanchez14@uniandes.edu.co).
- **Jeniffer Samanta Samacá Figueroa:** Estudiante de Ingeniería Ambiental y Sanitaria e integrante del Semillero LIADS (Legislación, Ingeniería, Ambiente y Desarrollo Social) de la Universidad de la Salle. Email: [jsamaca71@unisalle.edu.co](mailto:jsamaca71@unisalle.edu.co).

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)