

# Lógica, pensamiento crítico, argumentación y ética en la formación de ingenieros<sup>1</sup>

Claudia Fiscal Ireta  
Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas

## **Resumen**

El tema que nos ocupa define una preocupación central: ¿qué guía la formación y capacitación constante de un ingeniero, tanto en escuelas, en la vida cotidiana, dentro de una empresa o industria? El pensamiento crítico debe ser como un botón rojo de “encendido” en el ingeniero, para que en cualquier momento comience a comprobar y a deducir para no cometer errores. También para actualizarse cada vez más tanto en los procesos, técnicas o principios inclusive. Sabemos que para tener un argumento en la ciencia o una aplicación lógica respecto a un experimento, necesitamos conocimientos previos y análisis, entre otros. En cambio, la razón, el sentido común y la moral son condiciones que todo el mundo conoce, independientemente de su clase social. La ética es lo que genera la sensibilidad y el respeto de las conductas correctas e incorrectas que se dan en la sociedad, no pensando en uno mismo solamente. Y posiblemente aún más: pensando en beneficio de los otros.

## **Palabras clave**

Pensamiento crítico, formación de ingenieros, valores, conciencia, responsabilidad.

## **Logic, critical thinking, argumentation and ethics in the training of engineers**

### **Abstract**

The topic of interest is to define a central concern: what guides the constant formation and training of an engineer, in schools, daily life, as well as in a company or industry? Critical thinking must be like an activated red button in the engineer so that he or she begins, at any moment, to prove and deduce flawlessly and to constantly update processes, techniques, and even principles. We know that to have an argument in science or a logical application in an experiment, we need previous knowledge and analysis, among many other things. On the other hand, reason, common sense and morality are conditions that everybody knows, regardless of social class. Ethics is what fosters sensitivity to and respect for the correct and incorrect conduct of society,

### **Keywords**

Critical thinking, training of engineers, values, conscience, responsibility.

<sup>1</sup> Segundo lugar del “Primer Premio de Ensayo Innovación Educativa 2012”, organizado por la Coordinación Editorial, Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional, México.

Recibido: 04/11/2012  
Aceptado: 17/12/2012

not just by thinking about oneself, but also by thinking about the benefit to others.

## Introducción

Este ensayo desarrolla el tema de la lógica, el pensamiento crítico, la argumentación y la ética en la formación de ingenieros. Es una reflexión de lo que significa la adecuada conducta que tiene o puede tener un ingeniero, gracias a la formación y capacitación constante recibida, tanto en escuelas, la vida cotidiana, dentro de una empresa o industria. La idea es demostrar que las cualidades, aptitudes, actitudes, conocimientos y técnicas aplicadas aún existen y no son solo una opción más encaminada al beneficio de uno mismo, sino al beneficio y la recuperación de la sociedad en la que vivimos.

Cabe mencionar que uno de los objetivos principales de este texto –y de la inquietud de un joven que inicia su formación superior– es subrayar que, por encima del desarrollo de las habilidades técnicas, está el hecho de actuar humanamente. Es decir, de una manera incluyente y socialmente comprometida con los demás. Pensemos en una forma similar a la que utiliza David Burns (2006). Esto es, que el beneficio sea mayor y no afecte ni al ecosistema ni a la humanidad. Se intenta llegar a este resultado mediante la aplicación de las habilidades y cualidades mencionadas en el título de este ensayo.

Hoy, muchas de las instituciones educativas están, al menos, mencionando la importancia de conservar determinados valores y, por tanto, de desarrollar ciertas cualidades que permitan dar un grado aceptable de autosuficiencia y autocrítica al estudiante. Esto ayudaría a tomar decisiones correctas que no solo sean para beneficio propio, sino de la sociedad en general, pues al fin y al cabo formamos parte de un mundo de personas que viven y dependen unas de otras. Además, sabemos que la industria y la ingeniería en general surgieron por la necesidad de cambios, nuevos productos y aparatos que facilitarían los trabajos cotidianos y ayudarían a tener una mejor calidad de vida. No se hace alusión a que todas las personas tengan que pensar exclusivamente en los demás, ya que, día con día, las actitudes de las personas cambian conforme las sociedades se transforman. Por este motivo, y de una manera aún más fuerte, se deben adquirir ciertas habilidades de pensamiento, como las que menciona Valdés y López (2009), que permitan buscar soluciones y no provocar más conflictos, ir de manera ascendente y no descendente.

Muchas personas asumirían que la tecnología no es suficientemente benéfica y útil, debido al notorio resultado de sus consecuencias: la contaminación, la manipulación de masas, la globalización y el enfoque unilateral en la economía. Pero no en

todos los casos, ya que todavía hay personas que conservan los frutos de la formación que han llevado. Por eso hay que dar importancia, en esta época, a la formación actualizada y más humana de un ingeniero, para que en un futuro nuevas generaciones puedan remendar algo del daño que está hecho mediante el uso adecuado de sus conocimientos; que puedan exhortar a otros, mediante su experiencia, a valorar las poblaciones, la naturaleza, y no solo a desperdiciarlas sin control.

## La lógica y el ingeniero

Muchas veces hemos tenido la oportunidad de decir: “usa la lógica”, pero, ¿realmente sabemos qué es la lógica? Bien, Aristóteles entendía que los componentes esenciales de la lógica son: “el razonamiento, la proposición y el término, y además el razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo” (Abad, 2009, pp. 41, 45). Como definición tenemos que la lógica, de manera muy general, es “un encadenamiento necesario o razonable de las cosas, hechos o ideas” (*Programa Educativo Visual*, 1998, p. 562), basado en un pensamiento de razón humana fundamentado en actos consecutivos derivados de acto-consecuencia.

Un ejemplo claro en la ingeniería, respecto a la implementación de la lógica, son las técnicas que cada especialidad implementa en su campo de acción. Se hace, por ejemplo, X experimento, por tanto sale un resultado Y. Repetidamente se hace ese experimento y el resultado es bastante aproximado. Posteriormente, se hace una anotación y en ocasiones se establecen fórmulas. En análisis posteriores, al hacer el experimento X se obtendrá un resultado lógico o ya esperado (Y), que ya se puede conocer por medio de una teoría anticipada a la exposición.

Algo parecido pasa en nuestra mente. El cerebro trabaja de acuerdo con un acto que ha realizado anteriormente y espera un resultado similar o lógico que facilite la rapidez del pensamiento. Por tanto, la eficiencia de cierto trabajo puede ser mayor, en lugar de repetir algo cientos de veces y comprobar un mismo resultado siempre. En efecto, la lógica es un obsequio práctico proporcionado al género humano. Pero, muchas veces, a pesar de tener este gran sentido no se usa con facilidad y hay quienes tienen más inclinación conceptual y práctica de aplicación que otros. ¿Cuál es el secreto? Muchas veces el talento natural existe, pero en una ocasión un buen amigo me dijo: “Si no eres un genio natural, sé un genio del esfuerzo”. Nuestro gran cerebro nos permite ser mejores que supercomputadoras, pero casi nunca somos capaces de entrenarlo para desarrollar diversas habilidades. En todo caso hay que tratar de “programarnos” para estar listos ante un problema y poder dar un resultado lógico, viable y coherente.

Un punto muy importante que tratan de revelar ingenieros, investigadores e inventores es enseñar a un ingeniero en ciernes –incluso a un ingeniero ya formado– a deducir e implementar nuevos equipos que mejoren la calidad de vida en general; no solo a subsistir con determinados conocimientos, sino a procurar llegar más allá, conociendo muchas soluciones para un conflicto. Para desarrollar la lógica, hay que enfrentar conflictos que surgen, por ejemplo, en el transcurso del aprendizaje, buscando una solución que evite la repetición sin sentido y sin rumbo; analizando y entrenando la mente con una meta: poder razonar por nosotros mismos para un beneficio en especial. Como menciona Aristóteles, referido por Azcárate (1873), en estas líneas: “La inteligencia, tomada en sí misma, no pone nada en movimiento; lo que realmente mueve es esta inteligencia que tiene por mira algún objeto particular y que se hace práctica” (p. 193).

### Pensamiento crítico: necesario para la ingeniería

En la sociedad en que vivimos la crítica inteligente es indispensable. Pero, ¿de qué manera? En el caso del pensamiento crítico ejercitamos el análisis y evaluamos la consistencia de los razonamientos, entre otros. El pensamiento crítico exige claridad, precisión, equidad y evidencias, porque intenta evitar las impresiones particulares. En este sentido, se encuentra relacionado al escepticismo y a la detección de falacias, según su definición. En realidad no es necesario tener un proyecto fallido tras otro, por lo que se lleva a cabo una metodología útil para el análisis detallado de cada parte de un problema determinado. Con base en esto, se puede manejar la información de manera más adecuada y con mucho menos desperdicio, tanto de material como de recursos naturales y vitales.

En el pensamiento crítico una serie de hechos van ligados unos a otros. Un ejemplo es la lógica: nos puede ayudar a llegar a una posible conclusión de las consecuencias, ya sean positivas o negativas, y nos ayudan a no caer en ambigüedades y que el trabajo sea en vano.

Ahora bien, el pensamiento crítico puede ser sinónimo de análisis detallado y minucioso que sigue un orden, el cual no debe pasar por alto errores ni fallas. Quizás, deba estar muy próximo a la perfección.

El pensamiento crítico tiene que ser activado y cultivado, como una nueva vía de organización de nuestros pensamientos, tal como menciona Muñoz (2012): “implica un esfuerzo, porque hay que molestarse en pensar, buscar información, analizar y llegar a una conclusión”. La mayoría de las personas, por naturaleza no son suficientemente organizados para tener las cosas en el momento indicado: pierden de pronto las llaves por la habitación

en la que están. En cambio, este pensamiento crítico debe estar listo para analizar, poner en orden, explicar, esquematizar, justificar y comprobar para su aplicación.

Es por eso que, a lo largo del tiempo en que se aprende, siempre habrá un informe detallado de por medio que demuestre un hecho, no solo para convencer a los demás de lo que está haciendo, sino a uno mismo. Esto brinda una cierta seguridad, ya que es poco probable que, si todo se toma en cuenta, falle algo y ocurra una catástrofe. Esto no significa, claro, que todo deba seguir un curso exacto, con un protocolo de investigación que funcione, y pueda ser “una herramienta metodológica sumamente útil que, una vez estructurada correctamente, ayuda al investigador a mantenerse en el camino que seleccionó en su idea convertida en propuesta” (Castillo de la Peña, 2010, p. 34).

Castillo de la Peña (2010) menciona algunos componentes del diseño conceptual, que lleva de la mano al investigador para lograr a su propósito:

- a. Título
- b. Introducción
- c. Objetivo
- d. Justificaciones
- e. Marco de referencia
  - i. Causa o identificación del problema
  - ii. Efecto o fenómeno
  - iii. Actor o unidad de observación
- f. Hipótesis
- g. Variables o consideraciones
- h. Marco geográfico
- i. Marco temporal
- j. Marco teórico
- k. Acopio bibliográfico

Tomando en cuenta que la metodología científica puede tener un orden distinto, nombres diferentes (por el cambio de lenguajes), ser más extensa o corta –según el autor–, siempre se llega a la razón, a un análisis que lleva a la comprobación. “La metodología de la ciencia estudia los métodos generales y particulares de las investigaciones científicas, así como de los principios, para abordar los diferentes tipos de objetos que representan la realidad y las distintas clases de las tareas científicas” (Castillo de la Peña, 2010, p. 275). La enseñanza siempre lleva un análisis que desenmascara una verdad o una mentira, y en mi escuela (Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas) por lo menos se ha tratado de enseñar a llevar un orden y culminar con una conclusión. No pasar por alto nada, sino tener “encendido” el pensamiento crítico.

## La importancia de la argumentación

Como parte de la formación de un ingeniero está, insoslayablemente, la argumentación. La argumentación “es el hecho de deducir, llegar a una conclusión o probar algo, mediante demostraciones y razonamientos coherentes y creíbles” (*Programa Educativo Visual*, 1998, p. 80). Es el mecanismo que relaciona los datos concretos con las abstracciones y generalizaciones. O sea, es el proceso que relaciona datos, siguiendo las reglas del pensamiento crítico, para obtener información nueva, ponerla en tela de juicio y, finalmente, aceptarla. Esto significa que es la herramienta directa entre un proyecto, su realización y la sociedad. ¿Por qué? Generalmente, todo descubrimiento e invento es tanto para impresionar como para ayudar a los demás. Pero no es fácil implementar algo súbitamente en la industria, en el mercado, o en los laboratorios: tiene que haber una base y una explicación que realmente justifiquen y demuestren que un determinado resultado es verdadero, factible, funciona, es útil y sustentable. Hay diversas técnicas, mencionadas por Weston (2006), que llevan a la argumentación, pero a mi parecer las más importantes son:

- ▶ Demostración experimental
- ▶ Demostración verbal

La demostración mediante experimentos es una de las maneras más útiles que conducen a la demostración, porque se demuestra que un experimento determinado es factible con la vista, el tacto, e incluso con el efecto. La demostración verbal, aunque no implique la vista ni sea 100% exacta, es un medio muy útil, y la mayoría de las veces es mucho más convincente que la experimental. Un detalle mencionado a varios condiscípulos es la importancia de las relaciones sociales y la facilidad de palabra. Por ello, constantemente se nos asignan temas de exposición, tanto para mejorar y amenizar la clase mediante actividades no cotidianas, como para fomentar la fluidez y ampliar la manera en que nos expresamos. Al paso del tiempo, durante las presentaciones se observan las mejoras. Un error clásico ocurre en el momento de hablar, porque en lugar de afirmar y argumentar las frases, se plantean a manera de pregunta, y eso no conduce a ningún lado. En cambio, con práctica, por supuesto, en lugar de cuestionamientos planteamos argumentos convincentes.

Para lograr llegar a un argumento convincente es importante saber del tema, practicar lo que se va a decir, utilizar palabras clave y, sobre todo creer y estar seguros de lo que se está diciendo. En muchas ocasiones hay que trabajar aspectos como la autoestima y la confianza, porque a veces no es que un proyecto sea malo, sino la actitud de quien lo está desarrollando: no cree en sí mismo ni cuenta con el entusiasmo suficiente para presentar su

argumento o su opinión. En cambio, al tener seguridad le da a los demás confianza y, entre más positivo se pueda ser, hay más posibilidades de que llegue –aun cuando el proyecto no sea el más brillante– a ser llamativo y emocionante. Para lograrlo, se necesitan práctica y técnicas argumentativas. Algunas técnicas argumentativas referidas por Weston (2001) son, entre otras:

- ▶ Argumentos mediante ejemplos: “ofrecen uno o más ejemplos específicos en apoyo de una generalización”.
- ▶ Argumentos basados en la analogía: “en vez de multiplicar los ejemplos para apoyar una generalización, discurren de un caso o ejemplo específico a otro ejemplo, argumentando que, debido a que los dos ejemplos son semejantes en muchos aspectos, son también semejantes en otro aspecto más específico”.
- ▶ Argumentos de autoridad: “aquellos en los cuales la verdad de sus premisas garantiza la verdad de sus conclusiones”.
- ▶ Argumentos acerca de las causas: “contienen, normalmente, ejemplos seleccionados de una manera menos cuidadosa. Muchas veces, argumentamos a partir de algunos casos sorprendentes de nuestra propia experiencia, o de nuestro conocimiento, de nuestros amigos, o de la historia”.
- ▶ Argumentos deductivos: “son aquellos en los cuales la verdad de sus premisas garantiza la verdad de sus conclusiones”.

Hay que aclarar que no se trata del sistema de “convencimiento”, ya que lo más importante es un buen trabajo. Pero, ¡claro!: hay mucha razón respecto a que hay que defender lo que se quiere o piensa, por lo que ambos aspectos son indispensables:

- ▶ Un buen trabajo
- ▶ Un buen argumento

Se vive en una sociedad a la que cada día es más difícil impresionar. Por tanto, una estrategia primordial es practicar con las exposiciones, presentaciones y ensayos, en clase o en otros lugares, según las oportunidades. Y, entre más fácil sea expresar ideas, los argumentos serán más creíbles y no habrá duda alguna de su aplicación, uso, o construcción, debido a que muchas veces la falta de fluidez es un problema en el momento de vender un proyecto, entrar al ámbito laboral, o exponer una idea brillante.

## La ética de un ingeniero y su importancia

Como ingenieros en plena formación solemos descartar las ramas de estudio llamadas humanidades, sin tomar en cuenta que son un eje formativo importante para el comportamiento: como

seres humanos compasivos, razonables, reflexivos, conscientes, responsables y, sobre todo, con gran moral y ética para no deteriorar a la humanidad que nos rodea. Tenemos un privilegio muy significativo que no todas las personas consiguen: el conocimiento. Y, por supuesto, no significa que un ingeniero sea superior o mejor persona, pero sí tiene una responsabilidad mayor. La ética es una rama de la filosofía que, primordialmente, trata de “los fundamentos y normas de la conducta humana” (*Programa Educativo Visual*, 1998, T. II, p. 364), cuyo objeto es la naturaleza y la humanidad en sí, derivados de los usos y costumbres de ciertos lugares.

Todos los hombres tienen ideas morales: bueno, malo, virtud, vicio, lícito, ilícito, derecho, deber, obligación, culpa. También son reglas de conducta evidentes que no requieren una metodología ni nada por el estilo. De hecho, son más susceptibles de ser analizadas mediante el simple razonamiento, pensamiento y conciencia humana; cosa que no siempre se considera importante o útil. El hombre está llamado a realizar actos con una guía ética, independientemente del lugar en donde esté. Los actos de bondad o en beneficio de otros están ligados a cada persona, aunque casi en todos los casos la bondad está limitada por el miedo al fracaso, la envidia, la inestabilidad económica, o cualquier otra cosa que ponga en peligro el rotundo bienestar de quien esté dispuesto a ser bondadoso. Incluso el hecho de vivir lejos de una sociedad, o de un conocimiento responsable y enfocado en la ética, puede distanciarnos de la sensibilidad humana.

Por el solo hecho de tener éxito se llega a pasar por alto el bienestar de otras personas. Surgen, por tanto, “supuestas” fallas en la ingeniería. Valdés Jahel (2009) lo hace notar a los estudiantes que inician la carrera: es así como los costes son mayores a los beneficios. La ingeniería siempre tiene detalles en beneficio de la humanidad, pero en muchas ocasiones hay ingenieros que pasan por alto normas o ignoran ciertas conductas éticas y morales. Ellos son los que provocan el desequilibrio entre costes-beneficios, provocando un daño más que un bien. Pero no tiene nada que ver con la ingeniería en sí misma, sino directamente con el ingeniero y su manera de actuar.

Por ello, dejando por momentos a un lado la importancia del estudio físico-matemático-tecnológico, en el IPN se implementan conferencias, talleres y otros medios útiles para desarrollar un buen concepto de la moralidad y para adquirir un entrenamiento de conciencia. Obviamente, sabemos que para tener un argumento científico o una aplicación lógica respecto a un experimento, necesitamos conocimientos previos, análisis, entre otros. En cambio, la razón, el sentido común y la moral son condiciones que todo el mundo conoce independientemente de su clase social pero, a pesar de que todos tengamos esa capacidad de conocimiento, no todos tienen la capacidad de conducirse de manera



adecuada y de respetar los derechos y la vida de los demás. Por supuesto que la moral cambia bastante, según los sitios en donde se habite. La moral, además, exige un conocimiento previo que permita comparar los medios con los fines. Esto significa que debe haber una percepción inteligente que amerite diferenciar actos nocivos, provechosos, morales e inmorales.

Se mencionó, algunos párrafos atrás, que las personas que deciden obtener estudios superiores tienen una mayor responsabilidad que aquellas personas que no, pues el conocimiento, del modo en que se vea, es un poder y un beneficio, pero que también se convierte en una espada de dos filos: si no se maneja adecuadamente, en lugar de cumplir su cometido afecta a la humanidad, al medio ambiente, y resulta verdaderamente dañino, como tantas personas dicen. Por este motivo hay que manejar el conocimiento con responsabilidad y ver la manera de hacer beneficios y no lo contrario; aprender e implementar normas que permitan tomar decisiones adecuadas positivas y factibles, pero no nocivas y peligrosas. Al tomar decisiones positivas y tener actitudes correctas se obtiene el derecho de defender con hechos los objetivos reales de cada una de las especialidades, honrando, así, tanto a la especialidad como el nombre de la institución.

De hecho, cada especialidad tiene un código de conducta cuyo objeto es servir de guía para, literalmente, ser mejores personas y llevar a cabo las actividades necesarias, siempre para beneficio. Ahondando más en los códigos generales de ética y tomando como ejemplo el código de conducta del Instituto Politécnico Nacional, todas las profesiones comparten fines específicos para un desarrollo productivo y positivo de cualquier especialidad:

- ▶ Formulan valores fundamentales sobre los que se basa cierta rama de estudios.
- ▶ Comunica a la sociedad acerca de fundamentos y criterios éticos.
- ▶ Diferencia lo correcto de lo incorrecto.
- ▶ Respeta la dignidad de las personas.
- ▶ Compite lícitamente.
- ▶ Conlleva compromiso profesional y científico.
- ▶ Integridad.
- ▶ Responsabilidad social.
- ▶ Secreto profesional.

La conclusión es sencilla: hay que honrar el título de Ingeniero y a cada momento perfeccionar técnicas, procesos, programas, códigos y otros. Así, el profesionista puede trascender y tener la conciencia tranquila: el trabajo realizado será, sin duda, excelente, productivo, útil y honrado.

## Conclusión

Se ha reflexionado acerca de la actitud que toma un verdadero ingeniero, no en el momento en que ya lo es, sino desde el inicio de su formación. En este ensayo se advierte que, quienes suelen olvidar y pasar por alto las enseñanzas filosóficas y humanísticas proporcionadas en la institución, son los mismos estudiantes. Generalmente se piensa de manera individual. En mi caso, mis ideas eran un tanto egoístas, hasta que realmente noté que lo que hace al ingeniero no es el conocimiento, sino para qué lo usa y con quién. Se indagó el tema de las relaciones y diferencias entre esquematizar y razonar, ya que ambos son útiles para el campo de acción de un ingeniero, pero principalmente la lógica se usa para evitar pasos innecesarios; el pensamiento crítico, que maneja la metodología y permite corregir los errores; el manejo de la argumentación, que concede el derecho a defender y demostrar una idea con base en ciertas técnicas. Quizás, la más importante es la ética, que da lugar a la sensibilidad y al respeto de las conductas que se dan en la sociedad, no pensando en uno solamente, sino en beneficio de los demás. Y la única manera de contribuir, realmente, es apoyando cada vez más conferencias, debates, informes, programación televisiva y de radio de calidad, y la publicación de libros y contenidos humanísticos en las escuelas.

## Referencias

- Abad, J. J. (2009). *Historia de la filosofía 2*. España: Editorial Mc-Graw Hill.
- Balmes, J. (2000). *La Ética*. España: Editorial El Aleph.
- Burns, D. D. (2006). *When panic attacks (Adiós, ansiedad)*. Barcelona, España: Editorial Paidós Ibérica.
- Castillo de la Peña, J. F. (2010). *Metodología para la elaboración del trabajo científico*. México: Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional.
- Gallo, M. A. (1993). *Introducción a las ciencias sociales II*. México: Editorial Quinto Sol.
- Aristóteles. (1873). *Moral a Nicómaco*. (Trad. Patricio de Azcárate). Madrid: Medina y Navarro, Editores. Imprenta de la Biblioteca de Instrucción y Recreo.
- Programa Educativo Visual (1998). *Diccionario enciclopédico*. Barcelona: Ediciones el Trébol.
- Secretaría de Educación Pública. (2007). *Programa Sectorial de Educación*. México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.
- Valdés Saucedo, J., y López Silva, B. (2009). *Introducción a la ingeniería*. México: Editorial Éxodo.
- Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Definición de (2008-2012). "Pensamiento crítico". Recuperado el 4 de noviembre 2012 de: <http://definicion.de/pensamiento-critico/>
- Muñoz, A. (2012). Pensamiento Crítico. Recuperado el 26 de octubre 2012 de: [http://motivacion.about.com/od/aprendizaje\\_estudios/a/El-Pensamiento-Critico.htm](http://motivacion.about.com/od/aprendizaje_estudios/a/El-Pensamiento-Critico.htm)