

¿Qué ingenieros necesita México?¹

Rosa Isela Vázquez Lizárraga
Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología

Resumen

El ingeniero es quien, con los recursos disponibles y sus conocimientos, brinda creaciones útiles a la sociedad. México es la sexta nación con mayor número de estudiantes de ingeniería graduados. Sin embargo, existe un notable desfase entre sus conocimientos y lo que el país necesita. Aunque la formación completa del estudiante de ingeniería no depende sólo de la escuela, en su paso por ella debe desarrollar herramientas, como la lógica, el pensamiento crítico y la argumentación, porque éstas lo ayudarán a obtener una mejor conclusión de la realidad y acceder al conocimiento con actitud crítica y autónoma, además de que deberá contar con una dimensión ética bien definida. Para que la ingeniería se fortalezca, es imperativa la inversión en la ciencia (su principal punto de apoyo), así como la transformación de las escuelas mediante nuevos enfoques en la enseñanza y la formación.

Palabras clave

Ingeniería, lógica, pensamiento crítico, ética, ciencia.

Which engineers does Mexico need?

Abstract

The engineer is someone who, with the available resources and knowledge, provides society with useful creations. Mexico is the country with the sixth highest number of graduated engineering students in the world; however, there is a considerable discrepancy between their knowledge and what the country needs. Though the integral training of the engineering student does not depend only on schooling, it is part of the duty of education to develop tools such as logic, critical thinking, and argumentation, because this will help the student to reach the best conclusions about reality and to access knowledge with a critical and autonomous attitude that also includes a well-defined ethical dimension. In order to strengthen engineering, the investment in science (its main support) is imperative, as is the transformation of schools with a new focus on teaching and training.

Keywords

Engineering, logic, critical thinking, ethical, science.

¹ Tercer 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: 14/12/2012

Introducción

“Los científicos estudian el mundo tal como es, los ingenieros crean el mundo que nunca ha sido”. Esta frase del ingeniero húngaro Theodore von Kármán (Wilczynski y Douglas, 1995) puntualiza la función principal del ingeniero: transformar. Partiendo de ello, puede afirmarse que la ingeniería es quizá tan vieja como el hombre, pues debió surgir cuando un individuo, incómodo en su entorno, hizo algo para cambiarlo.

El origen de la palabra ingeniero,² sin embargo, se remonta apenas a la Edad Media, entre los años 1150 y 1200, época en la que el saber teórico se aproximó sistemáticamente al práctico (Valencia, 2010). Entonces, el ingeniero será quien, con los recursos que le ofrece la Tierra y sus propios conocimientos, creará algo útil para la sociedad (Boquera, 2005).

Indudablemente, la ingeniería es un pilar fundamental en la construcción del progreso de la humanidad. Por tanto, ante un presente tan vertiginoso como el nuestro, con desafíos de toda índole, resulta urgente su intervención para generar soluciones reales. En México, en términos cuantitativos, el panorama de la ingeniería es alentador, pues de acuerdo con un informe de la UNESCO, en 2005 se graduaban 59,117 estudiantes de ingeniería. Esto nos coloca como la sexta nación con mayor número de estudiantes de ingeniería graduados,³ después de Japón con 195,670, Estados Unidos con 189,938, República de Corea con 165,812, Ucrania con 99,293, y República Islámica de Irán con 86,373 (UNESCO, 2010). No obstante, respecto a la calidad, ¿México realmente está formando a los ingenieros que necesita?

Responder a ese cuestionamiento es complicado, porque no basta con juzgar la calidad de los conocimientos que el estudiante recibe de las escuelas para catalogarlo como competente o no, pues mucho de lo que requiere aprender para convertirse en un profesional calificado lo encuentra en la práctica. Empero, la escuela debe proporcionar a sus estudiantes una visión general y bien integrada de la ingeniería (funciones, métodos y contexto) que les permita tomar conciencia de los conocimientos y las capacidades adicionales que después deberán aprender en el ejercicio profesional (Reséndiz, 2008).

En otras palabras, nuestros futuros ingenieros, en su paso por la escuela, deben desarrollar su capacidad de análisis, razonamiento lógico y pensamiento crítico, además de la habilidad de

2 Ingeniero: palabra nacida, posiblemente, de diversas voces latinas: *ingenium*, (“ingenio”); *genium* (“inteligencia espiritual”); y *gignere* (“emprender”): quizás se puedan aplicar las tres, por separado o juntas (Pellicer, Sanz y Catalá, 2004).

3 Para el año 2006, México contaba con 454,399 estudiantes de ingeniería que representaban 18.6% del total de estudiantes universitarios del país, de los cuales se gradúan cerca de 14% (UNESCO, 2010).

tomar decisiones dentro de un marco ético bien definido. Porque, cualquiera que sea el sector de la economía donde se desenvuelva un ingeniero, según Daniel Reséndiz (2008), éste podrá ocuparse de:

a) la identificación, evaluación y programación de inversiones, que abreviadamente se denomina planeación; b) concepción y especificación de nuevas obras y productos, que por antonomasia se llama diseño; c) la construcción y fabricación de obras y productos diseñados; y d) la operación de las instalaciones o sistemas que resultan de las actividades anteriores. (p. 44)

La lógica y la ingeniería

En resumen, se puede decir que las dos funciones que definen el ejercicio profesional del ingeniero son: el diagnóstico y el diseño. Para tales tareas, el ingeniero debe valerse de métodos racionales. En general, los aspectos lógicos de los diferentes procesos de razonamiento se dividen en tres categorías: deducción, que consiste en obtener conclusiones de hechos específicos a partir de reglas generales (baja las causas a efectos); inducción, que proporciona afirmaciones generales a partir de hechos particulares (proceso ascendente de efectos a causas); y abducción, que se refiere a proporcionar hipótesis para explicar un hecho dado (Domínguez, 2009; Kudo, Murai y Akama, 2009).

Ahora bien, ¿cómo utiliza la lógica el ingeniero? En el diagnóstico, por ejemplo debe explicar hechos particulares, y para ello infiere hipótesis explicativas a partir de la observación y asume alguna teoría que sirva de referencia (abducción) (Hernández, 2008). Luego, en la validación de dicha hipótesis, ensaya la teoría o teorías generales identificadas provisionalmente como aplicables, y busca determinar, mediante la deducción, cuál de ellas permite establecer con mayor fidelidad cuantitativa las relaciones causa-efecto que se estudien (Reséndiz, 2008). Tal como lo plantea Peirce (1958), los seres humanos nos mantenemos firmes en nuestras creencias “hasta que nos encontramos confrontados por una experiencia contraria a toda expectativa” (citado por Hernández, 2008).

La lógica⁴ es, pues, la ciencia que ayuda a distinguir los buenos argumentos de los malos, porque es la que se encarga de

⁴ La palabra lógica procede también de dos vocablos griegos: *logos*, que significa palabra, pensamiento o razón, y la terminación *ica*, que significa relativo a. Por lo tanto, lógica será lo relativo al pensamiento. Conceptualmente podemos definir la lógica como el estudio de los métodos y los principios utilizados para distinguir el razonamiento incorrecto, del correcto. La lógica es la ciencia que estudia la estructura del pensamiento (Miaja, 2001).

estudiar el pensamiento (orden, estructura y coherencia) y la razón (Lewin, 2003; Miaja, 2001). Por tanto, la lógica potencia la capacidad de análisis del ingeniero y esto le permite obtener una mejor conclusión de la realidad.

Desafortunadamente, aunque lo deseable en todo momento del ejercicio profesional es tomar decisiones respaldadas por la razón, en la vida real no siempre es posible detenernos a pensarlas con el rigor suficiente. Es por eso que muchas de las decisiones finalmente estarán regidas por las circunstancias en las que se encuentre el ingeniero, de las que puede incluso ser inconsciente.

El pensamiento crítico y la argumentación en la ingeniería

En la ingeniería, el pensamiento crítico⁵ se convierte en una herramienta esencial, pues a través de él los ingenieros pueden acceder al conocimiento de manera autónoma y, entonces, pueden analizar, reflexionar y actuar sobre el mundo que los rodea. Para que nuestros estudiantes de ingeniería logren desarrollar un pensamiento crítico, es necesario fortalecer distintas habilidades, entre ellas la argumentación, porque aprender a argumentar implica, exactamente, generar una actitud crítica frente al conocimiento en espera de suficientes razones para apoyarlo. También implica tener la capacidad para evaluar y sopesar la relevancia de los datos y evidencias, para poder emitir opiniones y decidir (Monereo y Pozo, 2003), y el lenguaje (el *logos*⁶ griego) aquí se convierte en el instrumento, producto de la razón mediante el cual la ingeniería es capaz de crear (Benjumea, 2010).

Atendiendo a lo anterior, la argumentación es una de las competencias básicas a desarrollar en los estudiantes. A través de ella, docentes y alumnos deben confrontar saberes y opiniones sobre un tema, con el propósito de convencer al otro, mediante un lenguaje y un código compartido (Cuenca, 1995), ya que, en el plano laboral, el futuro ingeniero tendrá que fundamentar su postura en teorías y diversas opiniones para argumentar sus ideas y decidir.

La argumentación servirá al profesional para llegar a buenos acuerdos con sus clientes, dado que no debe perder de vista,

5 Entendemos el pensamiento crítico como un juicio autorregulado y con propósito que conduce a la interpretación, análisis, evaluación e interferencia, así como a la explicación de la evidencia, concepto, metodología, criterio o contexto sobre el que se basa ese juicio (Facione, 1992).

6 El término *logos* es polisémico. Denota lenguaje y argumento. Del “lenguaje” se afilian términos como “palabra”, “discurso”, “texto”, “verbo”. Con el sentido de “razón” se apuntan “argumento”, “razonamiento”, “inferencia”. El *logos* es el medio material del discurso, el proceso que da soporte a un razonamiento y, orientado a la persuasión, se usa de manera argumentativa (Rodríguez, 2005).

en ningún momento, que su deber está en servir a la sociedad en conjunto, y no a los intereses particulares de sus clientes. Emilio Rosenblueth (Rosenblueth y Elizondo, 1994, citado por Reséndiz, 2008) lo expresa de la siguiente manera:

La ingeniería es una profesión, no un arte, no una ciencia ni una técnica.⁷ Estas categorías comparten herramientas, capacidades y propósitos. Sus diferencias son cuestión de énfasis. En un arte el propósito sobresaliente es la expresión; en una ciencia el acercamiento a la verdad; en una técnica el servicio al cliente, y en una profesión el servicio a la sociedad. Los conocimientos que requiere un técnico se hallan en manuales; lo que le interesa a cualquier problema de su incumbencia está resuelto. En cambio para el profesional cada problema es nuevo. (pp. 347-357)

Dicho de otra manera, el ingeniero debe ser hábil en la negociación, pues si cede a las presiones y no logra conciliar los intereses de su cliente con los de la sociedad, estaría degradando la ingeniería del rango de una profesión al de una técnica. Y, de proceder así, la visión profesional se tornaría inevitablemente miope, y las consecuencias se podrían revertir, en el mediano plazo, en contra del cliente así como del propio ingeniero (Reséndiz, 2008).

Es preciso hacer notar que la estrategia de enseñanza que favorece la construcción de este tipo de proceso es la que está centrada en la problematización, dado que ésta confronta diferentes saberes y perspectivas, promoviendo el análisis del lenguaje para usarlo como vía para expresar sus ideas, y, además, posibilita espacios para la reflexión crítica y compartida (Campaner y De Lonnghi, 2007).

La educación problematizadora⁸ es capaz de promover el pensamiento, la acción y el debate (De Longhi, *et al.*, 2005), pues hace un esfuerzo permanente para que los hombres perciban críticamente cómo están siendo en el mundo en el que y con el que están. Sin embargo, la educación que generalmente se imparte en nuestras escuelas es del tipo “bancaria”. Freire (2005) la describe como sigue:

En la educación bancaria, el conocimiento es una donación de aquellos que saben hacia los que no saben, se refiere al acto

7 La técnica, es un conjunto de reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos que auxilian al individuo en la aplicación de los métodos (Ortiz, 2004).

8 La educación problematizadora, propuesta por Freire, es fundamentalmente crítica, virtualmente liberadora, promueve una actitud que va más allá del puro verbalismo, ya que se enraíza en la acción y en la transformación social (Pla, 1997).

de depositar, de transferir, de transmitir valores y conocimientos, no se verifica, ni puede verificarse. La rigidez de estas posiciones niega a la educación y al conocimiento como procesos de búsqueda. (pp. 79, 96)

Enseñar a través de una educación problematizadora es tarea complicada, pero es la manera de expandir el pensamiento crítico de los estudiantes. El conocimiento no debe darse a los estudiantes en forma de mercancía, se debe discutir y reflexionar, porque sólo así el saber podrá ser utilizado como una herramienta de transformación capaz de resolver algunos de los problemas que enfrentamos en los niveles local y global. No se trata de enseñarles a sobrevivir en el sistema de competencia actual, sino de capacitarlos para que construyan uno mejor.

La ética en el quehacer del ingeniero

La ingeniería es una actividad transformadora por excelencia, así que el ingeniero, en su quehacer profesional, no debe perder de vista contribuir al bienestar humano sin dejar de lado el del planeta, porque si las innovaciones que genera empiezan a socavar el bienestar de alguno de ellos, el resultado no es el desarrollo, es la destrucción. Las decisiones del ingeniero son de interés público, de aquí la importancia de que reconozca lo delicado de su función.

Para el ejercicio profesional es una condición *sine qua non* contar con la capacidad de compromiso hacia la sociedad, pues las capacidades especializadas por sí solas son insuficientes; se requiere una dimensión ética. Vélez (2003) define la ética de la siguiente manera:

La ética como la ciencia que fundamenta el comportamiento moral del ser humano para adecuarlo al bien del universo, la sociedad y el individuo. Es necesario que la ética sea una ciencia porque esto le da validez racional y universalidad. La ética debe dar argumentos racionales para sustentar el comportamiento moral del ser humano, de lo contrario se reduciría a una mera opinión de tipo emocional. (p. 19)

Casi todos los organismos profesionales han elaborado códigos de ética para sus miembros como guías de comportamiento moral. La ética es una contestación a la pregunta: ¿cómo obrar? Y en el caso del ingeniero, todos los códigos de ética incluyen principios generales e instrucciones de conducta específica relacionados con sus deberes hacia la sociedad, los patrones, los clientes, colegas, subordinados, la profesión, y ellos mismos (Solís y López, 2003). Aunque debe subrayarse que las responsabilidades

primarias del ingeniero están ligadas al bien de la sociedad completa y no a los patrones individuales (Micham, 1989).

En suma, el profesional de la ingeniería debe estar consciente de que cada una de sus decisiones, invenciones y ejecuciones conllevan una responsabilidad ética, pues su trabajo no resulta indiferente para sí mismo ni para el resto de la sociedad (Huidobro y González, 2006).

Situación de la ciencia en México y su impacto en la ingeniería

Es evidente el papel que desempeña la ciencia como factor de desarrollo en la ingeniería, pues posee una capacidad casi infinita para cambiar nuestra manera de ver el mundo. Por eso constantemente se la cataloga como una herramienta imprescindible para impulsar el desarrollo económico y social en un país, lo que vuelve imperiosa la inversión en este rubro (Pérez, 2002). Aún así, en México esto no parece estar muy claro para nuestros dirigentes: el rezago de la ciencia es innegable, tanto, que ni siquiera le dan una adecuada ubicación dentro de sus informes anuales. Prueba de ello es que, durante la primera mitad del periodo presidencial de Vicente Fox, la ciencia y la tecnología eran tratadas como un “tema” dentro de la “categoría” del Desarrollo Humano y Social; en la segunda mitad del sexenio se corrió con menos suerte, pues siguió en la misma categoría, pero como subtema. Y, bueno, en el presente sexenio, la ciencia sigue siendo subtema, pero en la categoría de Economía Competitiva y la Generación de Empleo (Menchaca, 2011).

El presupuesto asignado a la ciencia en nuestra nación es paupérrimo y de ninguna manera alcanza a cubrir las necesidades que conlleva esta actividad. En el artículo 9 BIS, de la Ley de Ciencia y Tecnología, se establece que es una obligación del estado mexicano invertir en la investigación científica y en el desarrollo tecnológico al menos 1% del PIB (Diario Oficial de la Federación, 2002), que es lo recomendado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), pero desde el nacimiento de esta ley sólo ha habido violación a dicho artículo, pues la inversión, hasta la fecha, no supera 0.4% del PIB.

La poca inversión que se hace en el conocimiento afecta directamente el desarrollo de la ingeniería, ya que, mientras los países del primer mundo investigan, proponen, crean, innovan, producen, venden, deciden e imponen, México permanece estancado y dependiente. En este sentido, nuestros dirigentes deberían considerar la ciencia como una fuente de apoyo y no como algo a lo que hay que apoyar (Cerejido y Reinking, 2005). La ciencia brinda conocimientos para que la ingeniería pueda

enfrentar los problemas reales, pero, como en todo negocio, hay que invertir en ella para poder aspirar a las ganancias.

La ciencia debe incorporarse a la conciencia social y, posteriormente, a nuestros sistemas productivos. Lo cual es difícil para nuestro país, no sólo por su nivel educativo, sino también por las 33,403,374 personas que están en situación de rezago educativo (Secretaría de Educación Pública, 2011). México, como todos los países del tercer mundo, comparte un analfabetismo científico triplemente grave: no tener ciencia, no advertirlo y no saber qué harían con ella en el caso de que la tuviera. Más preocupante aún es que nuestro país está en riesgo de no ser él quien más sepa sobre sí mismo, y que otras naciones decidan por él (Cereijido y Reinking, 2005).

Pero vayamos a otro aspecto: la existencia de corrientes por demás anticientíficas, que consideran la ciencia y la ingeniería como los grandes males de la humanidad, la causa de la destrucción del medio ambiente y de la deshumanización de la vida (Cueiro, 2005). Aclarando el punto de la supuesta deshumanización que ha traído como consecuencia la ciencia y la ingeniería –ya que en conjunto poseen la capacidad incalculable para controlar y transformar el mundo–, cabe señalar que la primera sólo da poder al hombre, pero no le dice cómo debe usarlo (Fernández-Rañada, 2003) y la segunda no es más que una subordinada de las exigencias sociales. Aunque no por ello los ingenieros se eximen de responsabilidades, visto que siempre deben reflexionar sobre las implicaciones de su ejercicio y hacer consciente de ello a la sociedad.

Antes bien, si lo que deseamos es aprovechar el gran potencial de la ciencia y la ingeniería para crecer en materia de medio ambiente, salud, energía, telecomunicaciones, transporte, vivienda, alimentación, educación y comercio (sólo por citar algunas), superar la dependencia que tenemos con los países desarrollados, y generar empleos y divisas, es urgente crear y ejecutar proyectos que apuesten por la generación y el uso del conocimiento. Dejar la dependencia sería, por sí sola, un gran logro para México, pero es importante resaltar que, a través de la ingeniería y sus diversos campos, podemos avanzar hacia un desarrollo sustentable, ya que podemos aplicarla en un sinnúmero de sectores.

Es innegable que la restricción de recursos que aplica el gobierno mexicano en ciencia e ingeniería ha contribuido a fortalecer la miseria de nuestra nación, porque estos campos del conocimiento son cruciales para resolver los problemas nacionales, darle la formación adecuada a nuestros dirigentes, y ser competitivos dentro de la globalización, pues son el pasaporte para integrarnos al primer mundo y mantenernos en él. Invertir en ciencia e ingeniería no es un lujo, es una prioridad para toda nación que desee salir del subdesarrollo y disfrutar de una mejor calidad de vida.

Conclusiones

Lamentablemente, hoy se apunta que existe un notable desfase entre los conocimientos de los graduados de ingeniería y lo que necesita el país. Eso es grave, porque de los ingenieros y de la educación en ingeniería depende en gran parte el desarrollo de nuestra nación. México requiere de ingenieros flexibles y competitivos, que además tengan resistencia al cambio por el cambio. O sea, que analicen de principio a fin las nuevas propuestas antes de aceptarlas, que aporten soluciones para que nuestra sociedad pueda lidiar con los nuevos desafíos que nos plantea el planeta, pero que, al mismo tiempo, hagan competir a nuestra nación en el exterior.

Es cierto que la formación completa del estudiante de ingeniería no es sólo trabajo de las escuelas, pues requieren forzosamente de la práctica tutelada por ingenieros maduros para que tenga, sin riesgos excesivos, vivencias personales en todos y cada uno de los procesos intelectuales de la ingeniería y, en particular, que pueda realizar, en condiciones realistas y a escala natural, el tipo de cálculos, observaciones y comparaciones característicos de la profesión que le aportarán el tan anhelado juicio experto (Reséndiz, 2008). Pero tampoco por ello vamos a minimizar la realidad: las escuelas de ingeniería deben transformarse, adoptar nuevos enfoques en la enseñanza y la formación, especialmente en lo que se refiere a la instrucción práctica y al aprendizaje basado en el planteamiento de problemas, que refleja la naturaleza misma de la ingeniería, porque es aquí donde el futuro ingeniero deberá adquirir los conocimientos y métodos de carácter científico que lo habilitarán para comenzar a ejercer.

Actualmente, la mayoría de los docentes de las buenas escuelas de ingeniería son académicos, muchos con formación básica en ingeniería, pero muy pocos están activos en la práctica de esta profesión. Por tanto, las instituciones educativas y los órganos reguladores de la enseñanza deben procurar el consejo, la asesoría y la retroalimentación de profesionales en práctica para diseñar los planes de estudio y algunos métodos de aprendizaje (Reséndiz, 2008).

Los programas de estudio deben motivar a los jóvenes para que no continúen con la clasificación de “aburridos” y “difíciles”. La ingeniería debe promoverse como una profesión adecuada para mejorar la calidad de vida y solucionar problemas actuales, y sobre todo como una actividad que promueve e impulsa el desarrollo sustentable. De esta manera se puede eliminar la idea de que la ingeniería empeora los problemas ambientales. Además, debe dignificarse la profesión y procurar que el empleo de ingeniero sea bien remunerado, ya que a menudo los pagos no corresponden al grado de responsabilidad que entrañan.

Para que la ingeniería florezca en México, definitivamente es necesaria la participación activa de todo aquel que se precie de

formar ingenieros, de quien necesite de ellos, pero, primordialmente, de quien aspire a ser un ingeniero. Los alcances de esta profesión son infinitos y no debería ser el estado ni las instituciones públicas y privadas los que los limiten, porque precisamente esos alcances infinitos, aunados a la posibilidad de cambiar el mundo para mejorarlo, suelen ser la fuente de inspiración más grande de quienes nos dedicamos a ella y de quienes pretenden hacerlo.

Referencias

- Benjumea, M. (2010). *La motricidad como dimensión humano*, España: Colección Léeme.
- Boquera, M. (2005). *El lenguaje metafórico de los ingenieros de caminos, canales y puertos*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Campaner, G., y De Lonngi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2, 442-456.
- Cerejido, M., y Reinking, L. (2005). *La ignorancia debida*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Cuenca, M. (1995). Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. *Comunicación, Lenguaje y Educación* 25, 23-40.
- Cuero, Z. (2005). Condición humana en la obra de Ruy Pérez Tamayo. En García, A., *Humanismo mexicano del siglo XX*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- De Longhi, A., Ferreyra, A., Paz, A., Bermudez, G., Solís, M., Vaudagna, M., et al. (2005). *Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela*. Córdoba: Universitas.
- Diario Oficial de la Federación. (2002). *Ley de Ciencia y Tecnología*. México.
- Domínguez, A. (2009). El *a priori* correlativo y ontológico del lenguaje Ángel Amor Ruibal (1869-1930). *Analecta Husserliana CII*, 165-193.
- Facione, P. A. (1998). Critical thinking: what it is and why it counts. *Developmental Education* 24(2), 38-39.
- Fernández Rañada, A. (2003). *Los muchos rostros de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI Editores.
- Hernández, A. R. (2008). La equilibración como razonamiento abductivo. *Revista regional de investigación educativa* 5, 7-31.
- Huidobro, M., y González, M. (2006). *Manual de ética para la ingeniería*. Viña del Mar: DuocUC.
- Kudo, Y., Murai, T., y Akama, S. (2009). A granularity-based framework of deduction, induction, and abduction. *International Journal of Approximate Reasoning* 50, 1215-1226.
- Lewin, R. (2003). *Introducción a la lógica*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Menchaca, A. (2011). *El único camino hacia el desarrollo de México pasa por el conocimiento*. México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Miaja, C. (2001). *Lógica*. Colombia: Editorial Pax.
- Micham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.

- Monereo, C., y Pozo, J. (2003). El perspectivismo conceptual y la argumentación en los estudiantes universitarios. En *La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*. Madrid: Síntesis.
- Ortiz, F. (2004). *Diccionario de metodología de la investigación científica*. México: Limusa.
- Peirce, C. (1958). *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. Harvard University, Cambridge: A.W. Burks.
- Pellicer, E., Sanz, A., y Catalá, J. (2004). *El proceso proyecto-construcción*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Pérez Tamayo, R. (2002). *Acerca de Minerva*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Petroski, H. (1992). *The evolution of useful things*. Nueva York: Alfred A. Knopf.
- Pla, M. (1997). *Curriculum y educación*. España: Universitat de Barcelona.
- Reséndiz, D. (2008). *El rompecabezas de la ingeniería, por qué y cómo se transforma el mundo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez, L. I. (2010). Ética argumentativa en Aristóteles. *Revista Digital Universitaria* 3, 1-40.
- Rosenblueth, E., y Elizondo, J. (1994). Una reflexión sobre los logros y alcances de las ciencias de ingeniería en México. En Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *México: ciencia e ingeniería en el umbral del siglo XXI*, (pp. 347-357). México. Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programa S024 atención a la demanda de educación para adultos*. México.
- Solís, L., y López, J. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- UNESCO. (2010). *Engineering: Issues, challenges and opportunities for development*. Francia: UNESCO.
- Valencia, A. (2010). *Marco Lucio Vitruvio Polión, los diez libros de la arquitectura*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Vélez, L. (2003). *Ética médica*. Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Wilczynski, V., y Douglas, S. M. (1995). Integrating design across the engineering curriculum: A report from the trenches. *Journal of Engineering Education* 84(3), 235-240.