

**Cederbaum, Silvia**

*Aportes para el ejercicio de la docencia en  
ingeniería*

Tecnología & Sociedad, N° 7, 2018

Revista del Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Cederbaum, S. Aportes para el ejercicio de la docencia en ingeniería [en línea]. Tecnología & Sociedad. 2018;7. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=Revistas&d=aportes-ejercicio-docencia-ingenieria> [Fecha de consulta: .....]



# Aportes para el ejercicio de la docencia en ingeniería

Silvia Cederbaum<sup>1</sup>

## PREÁMBULO

Las universidades, estatales o privadas, tienen delineado a partir de su creación el modelo de ingeniero que egresará de sus aulas, o, en su defecto, el sector social o la región a los cuales va dirigida su oferta educativa. Sin embargo, esa diferenciación no está explicitada, lo cual dificulta en muchos casos elaborar una propuesta docente específica, acorde a sus necesidades, y como consecuencia, los estudiantes también confunden la naturaleza del esfuerzo que se les demanda, que, en muchos casos, ven ajeno a sus aspiraciones.

En general, todas las universidades tienen programas de contenidos similares en asignaturas homólogas y en todos los casos se declaran similares objetivos en su ejecución. Sin embargo, la realidad desmiente esos propósitos, por lo cual es necesario establecer desde el inicio para cualquier propuesta que la excelencia en la docencia no debería ser abstracta, sino directamente delimitada y medida en función de los objetivos que le plantee la institución a la que dedica sus esfuerzos. De igual manera, los estudiantes deberían elegir su facultad en función de cuales fueran sus propios objetivos como futuros profesionales.

De modo que, para contextualizar debidamente esta propuesta, aclaramos que las ideas que expondremos están dirigidas a ser aplicadas en aquellas facultades que pretendan formar ingenieros capaces de dedicarse a la investigación, el desarrollo y el diseño tec-

---

<sup>1</sup> Licenciada en Matemática (Universidad de Buenos Aires), Máster en Educación Superior (Universidad de Palermo, tesis aprobada no defendida), Profesora Titular regular (Departamento de Agrimensura, Universidad de Buenos Aires), Profesora Asociada regular (Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires). silviacederbaum@gmail.com

nológico; la experiencia indica que, exagerando, solo el 10 % de los egresados estará en condiciones de ejercer de tal modo su profesión, debido a la relativamente poca ingeniería que se diseña en nuestro país, pero si insistimos es con la convicción de que el 90 % restante tendrá el mejor nivel para responder a las exigencias que el mercado laboral le demande.

Para este propósito se debe prever una muy sólida formación en ciencias básicas y una muy cuidadosa planificación de las asignaturas referidas a las ciencias de la ingeniería. De modo que puede determinarse *a priori* que el nivel teórico, o de fundamentación, en estos egresados será mayor que el que podría obtenerse en otras instituciones cuya preocupación central fueran las habilidades que se necesiten en la práctica profesional, dado que para acceder a ellas no se requiere necesariamente ahondar en la fundamentación científica que las hizo posibles.

De todos modos, debemos tratar de profundizar en los resultados concretos que pueden obtenerse de numerosas propuestas que insisten en buscar formas “facilitadoras” en cuanto a la enseñanza en los primeros años de las carreras de Ingeniería. En este sentido se debería señalar que la facilitación está en la buena docencia, en la predisposición de los docentes para acercar contenidos y sitios en la web de los cuales valerse, en la declaración pública de esos docentes en cuanto a su compromiso y dedicación para lograr que los aspirantes aprendan, pero también, y con absoluta honradez intelectual, se trata de aclarar que todo lo que debió aprenderse en los 12 años de escolaridad previa, y que por razones diversas no pudo aprenderse, deberá ser aprendido. Que la tarea no será sencilla, pero es ineludible, y que la dificultad puede resolverse pero tomará tiempo y, sobre todo, voluntad y dedicación. Que la voluntad es una forma de la inteligencia y que la carrera que se eligió no es fácil pero es magnífica.

Esto no significa ignorar posibles presentaciones que tengan un “lenguaje más amigable” o que eviten oscurecer lo que se pretende hacer aprender, porque en todo caso cualquier explicación verbalizada de conceptos profundos y muy significativos, a pesar de nuestras mejores intenciones, necesariamente degradan sus alcances en el proceso de facilitar su comprensión.

No obstante, es pertinente señalar que muchas formas de “facilitación”, disciplinas “divertidas” y otras apelaciones pueden llevarnos a la vulgarización y a presentaciones superficiales y, por lo tanto, engañosas de los conceptos más trascendentes, y que en muchos casos tales presentaciones ocultan una profunda subestimación de la capacidad potencial de los estudiantes, quienes intentan ser ingenieros, los cuales en reali-

dad desde su ignorancia nos están pidiendo que los guiemos y que no los subestimemos.

También debemos señalar que es difícil predecir *a priori* cuál será el desempeño de quienes ingresan con tal nivel de desconocimiento, y recordar lo que señalaba Chevallard (1991: 101-102) según nuestra interpretación: cuando alguien internalizó un concepto errado solo necesita darse cuenta, para inmediatamente cambiar, no importa cuánto tiempo haya estado equivocado.

Sin embargo, y aun con todas estas precauciones, habrá que advertir que no todos estarán en condiciones de superar sus falencias; pero desde la ética profesional así ejercida habremos mostrado de qué se trata el esfuerzo, a veces doloroso, de ser estudiante universitario y habremos cumplido con nuestro compromiso social como educadores.

Finalmente, cualquiera fuese nuestra metodología didáctica para encarar el marco teórico-pedagógico que hubiésemos adoptado, habrá que intentar su realización como proyecto piloto, en el sentido de medir sus alcances en el rendimiento de los estudiantes, porque la docencia debería medirse por sus resultados, de modo que las especulaciones teóricas puedan tener alguna forma de verificación concreta que las valide.

Con este criterio, las opiniones que aquí se exponen son el resultado de haber practicado con buenos resultados relativos el conjunto de las ideas que proponemos.

## ANTECEDENTES

En numerosas publicaciones referidas a los rendimientos de los estudiantes en las carreras de ingeniería (ver Abate *et al.*, 2015: 57) suele enfatizarse el rol facilitador que cumplen las nuevas tecnologías y su incidencia creciente en el manejo de los tiempos de aprendizaje en el desarrollo de las asignaturas. Al respecto, consideramos apropiadas algunas observaciones.

La educación es un emergente del proceso de la comunicación. Advierte Wolton (2000: 114):

No existe la comunicación sin la prueba del tiempo: del tiempo para hablar, para entenderse, para leer un periódico o un libro o para ver una película; y esto independientemente de las cuestiones de desplazamiento. Siempre

hay una *duración* en el acto de la comunicación. El ordenador después de la televisión, que ya por su presencia en el domicilio reducía los desplazamientos, acentúa gracias a la *velocidad*, esta idea de una posible disminución de la obligación del tiempo. Comprimiéndolo casi se anula. Es cierto, navegar por la red ocupa tiempo, pero hay tanta diferencia entre el volumen de aquello a lo que se accede y el tiempo pasado, que entramos así en otra escala de tiempo. Por otro lado, la observación de los internautas confirma la impresión de que están en un espacio-tiempo sin duración. Este *aplastamiento de la duración*, esta desaparición de la prueba del tiempo inherente a toda experiencia de comunicación, plantea problemas desde el punto de vista antropológico, puesto que el tiempo de las nuevas tecnologías es homogéneo, racional, liso, mientras que el tiempo humano es siempre discontinuo y diferenciado”.

De acuerdo con esta observación señalamos que confundir información con comunicación es, por lo menos, peligroso. Es cierto que las nuevas tecnologías acortan el tiempo de acceso a la información, pero este beneficio no puede soslayar que el fenómeno educativo se nutre de tiempos de aprendizaje que incluyen la información, pero al abarcarla, el fenómeno educativo requiere de un contexto creado deliberadamente para contenerla. De modo que la tecnología, aun la de la comunicación, no puede soslayar, en la educación, el contacto personal y, sobre todo, el énfasis en el hecho de que ese tiempo será cualitativamente distinto del “otro”.

Subyace además otra cuestión importante que tiene que ver con las orientaciones que proponemos para el ejercicio de la docencia en un medio, la ingeniería, en el que los profesionales que actúan directamente en la universidad se dividen entre los “aplicadores” y los “desarrolladores”, lo que se traduce en una diferente actitud ante la actividad científica y, en consecuencia, también ante su enseñanza.

Adherimos a la visión de Wagensberg (1985: 82):

No hay contradicción entre la actitud del científico de oficio creador y el científico de oficio aplicador, ni siquiera cuando se trata del mismo individuo en dos momentos o estados distintos de su reflexión ante la complejidad del mundo. Por ejemplo, es fácil imaginar a Einstein siguiendo la expedición de Eddington: ¿no es acaso legítimo su deseo de que la curvatura de los rayos luminosos fuera corroborada? En ese momento su actitud científica era tan determinista como la del propio Eddington y no hay la menor discordancia ética con la actitud científica indeterminista que asumió para crear la teoría de la relatividad.

En relación con la docencia misma, en los trabajos que se refieren a la enseñanza de la Ingeniería, suele expresarse la necesidad de fomentar en los estudiantes la “actitud crítica” (ver documento ya citado Abate *et al.*) ante la constatación de su falta de capacidad para utilizar los conocimientos de ciencias básicas, presuntamente ya adquiridos, en contextos distintos de aquellos en los cuales fueron aprendidos. Esta cuestión está ligada profundamente con el fenómeno de la comunicación, dado que pone en primer plano el problema de la posible mala conceptualización, fenómeno que está en el centro de la imposibilidad del uso del concepto en situaciones diferentes a las de su aprendizaje y que necesita imperiosamente de la resolución presencial.

Ante la frecuente descripción de estas situaciones intentaremos aportar una explicación que nos permita conseguir condiciones para la superación del problema.

## APRENDER CIENCIAS BÁSICAS

Cuando se plantean cuáles son las formas de acceso a las ciencias básicas en las carreras de ingeniería, se debe establecer de manera prioritaria que el objeto del proceso formativo en dichas carreras es que los estudiantes internalicen el pensamiento científico, es decir que una tal manera de pensar les sea propia.

Como consecuencia, todas las actividades a desarrollar durante su carrera deberán estar imbuidas de la lógica científica. Esto importa desde el inicio de los estudios por cuanto, como estableció Polya (2000: 68), “la definición matemática *crea* el significado matemático”. Es decir, los objetos geométricos, por ejemplo, existen en nuestra conciencia a partir de su definición, como los pentágonos u otras formas geométricas por citar alguno de esos objetos, y es recién después de haber sido aprendidos que podemos identificar esos objetos en la realidad. De modo que se debe partir de aprender cómo leer una definición, continuar con el estudio de los axiomas, de cuándo se ha demostrado una tesis, de qué es un teorema, etc.

No se trata, por cierto, de negar lo que nuestros estudiantes piensen antes de intentar el estudio de la ciencia, pero sí que con la disciplina que les permite acceder a sus nuevos conocimientos puedan ellos obtener libertad para pensar de modo autónomo. En palabras de Marcuse (1972: 213), refiriéndose a las diferencias entre el pensamiento filosófico y el científico, y sin entrar en las críticas que sus propuestas filosóficas puedan suscitar, leemos:

El método científico también va más allá de los hechos de la experiencia inmediata. El método científico se desarrolla en la tensión entre apariencia y realidad. La mediación entre el sujeto y el objeto del pensamiento, sin embargo, es esencialmente diferente. En la ciencia, el medio es la observación, la medida, el cálculo, la experimentación con sujetos despojados de cualquier otra cualidad; el sujeto abstracto proyecta y define al objeto abstracto”.

Lo que queremos establecer en consecuencia es que es el método el que debe instalarse, con prescindencia de las condiciones materiales con las que nos debemos desenvolver en tanto seres en un determinado medio social.

El siglo XXI, merced al formidable desarrollo tecnológico, ha acercado la posibilidad de utilizar múltiples técnicas facilitadoras que pueden ayudar a internalizar los conceptos, sin embargo, ninguna técnica puede obviar la necesidad de ser capaz de reconocer cuándo se ha comprendido el concepto en sí. En la resolución de problemas que copian procedimientos de sus docentes, lo que sucede en general es que nuestros estudiantes no entienden en realidad cuándo es que no están comprendiendo.

La pregunta es entonces: ¿Hay alguna teoría pedagógica que permita acceder al pensamiento científico? Como el ejercicio de una teoría está naturalmente ligado al contexto en el cual deberá aplicarse, la teoría que en el siglo XX contribuyó a este propósito en las facultades de Ingeniería fue el academicismo. A partir de la Reforma de 1918, con la irrupción de la clase media en las universidades, se necesitó llegar con conceptos precisos a grandes auditorios. Según esta propuesta, los conocimientos se encarnaban en la figura del profesor, que era el poseedor del conocimiento, y de él dependía y de los libros a los cuales pudieran acceder los estudiantes, la transmisión de esos contenidos. Esta teoría, característica de la Modernidad, y cuya práctica perdura en muchas universidades, fue dominante en la UBA y en las grandes universidades estatales. Profesores sobre una tarima para ser vistos y oídos por muchos estudiantes expectantes, que deseaban adquirir los saberes de sus docentes. Naturalmente, este modelo no es independiente de la filosofía que subyace en su planteo pero volveremos luego a detenernos en sus fundamentos. Veamos antes otros modelos que se aplicaron intentando imitar aquello que resultó exitoso en otros ámbitos.

La Ingeniería se expresa por medio de las ciencias básicas y simultáneamente se practica. Esto significa que las ciencias básicas no son solamente una herramienta para la Ingeniería, son también su idioma. Con este antecedente podría argumentarse que la didáctica empleada en la enseñanza de los idiomas podría ser pertinente para nuestros propósitos. Y

agregar también en el mismo sentido la didáctica de la música (que también supone la posesión de un alfabeto particular). En todos estos casos se trabaja con símbolos: en un caso son letras e ideogramas y en la música son pentagramas con figuras. Como se entiende que se requiere el dominio de los símbolos como herramienta para poder transmitir contenidos, en la enseñanza con estos modelos se acude a la repetición mecánica para adquirir destrezas y también a la memorización de fórmulas de uso frecuente como medio para poder elaborar luego la transmisión de respuestas. Así se estudian estos lenguajes, y esta metodología mantiene su vigencia. Practicar y repetir para después usar.

Lamentablemente, de este modo muchos estudiantes pretenden estudiar Ingeniería y, por cierto, de este modo los estudiantes fracasan. Basta observar la cantidad de ejercicios del mismo tipo, por ejemplo de Matemáticas, que realizan los alumnos, pero que ante una mínima variación en el modelo, mecánicamente repiten el procedimiento sin poder resolver el ejercicio por desconocimiento de las hipótesis iniciales que hacen posible su aplicación. Es decir, confunden saber hacer con saber.

Conclusión: adoptar el método de imitar y repetir es inconducente en Ingeniería y, por lo tanto, no recomendable en absoluto. Sobre esta metodología deberían trabajar los docentes, conscientes de su inconveniencia, con prescindencia de las propuestas que reciben, aunque deban cumplirlas sin haber participado en su elaboración. La pregunta es entonces si los docentes están en condiciones de abarcar esa transformación metodológica y ponerla en práctica.

En este sentido advierte Gimeno Sacristán (2008: 240):

Seguimos instalados en la incertidumbre como forma de pensar, que no significa improvisación, donde los protagonistas de la práctica se destacan por su valor mediador. No importan tanto que los modelos de cómo diseñar sean universalizables, sino las capacidades de los profesores para desenvolverse en el diseño de su trabajo real al pensar, discutir y decidir con cierta racionalidad esa práctica. La condición artística a desarrollar dentro de tal incertidumbre es el elemento que une las ideas, los principios generales y los contenidos educativos con la realidad práctica.

Por lo tanto, desde nuestra perspectiva, el centro del problema de la enseñanza en la Ingeniería, con prescindencia de la cantidad de contenidos que el estudiante pueda poseer, no es cuánto sabe sino cómo sabe; y si acaso se equivocase, el asunto es que el docente pueda evaluar en qué



nivel se equivoca. De modo que es el dominio de la estructura del conocimiento científico el que le garantizará la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos si los precisara y, a la vez, usarlos en nuevos escenarios; y esto es válido tanto para los estudiantes como para sus docentes.

Precisamente, uno de los grandes problemas de quienes no están iniciados en el pensamiento científico es no poder desentrañar en la web cuál es la información verdadera para así eliminar aquella que no lo es, o al menos dudar de lo que se expone.

## PROCESO DE APRENDIZAJE

La Ingeniería es básicamente determinista, o trata de serlo (en el sentido del uso de las normativas y especificaciones adecuadas a la tarea que las requiera, porque si se ignoran, necesariamente se fracasa).

Decimos, de acuerdo con Jorge Wagensberg (1985: 84), que “el determinismo es la actitud científica compatible con la descripción del mundo”. Determinismo cuya lógica tiene solo dos valores de verdad: verdadero o falso, o sea, con el tercero excluido.

Nuestros estudiantes han desarrollado 12 años de escolaridad, previa a su ingreso a las facultades, en los que los procesos fueron del tipo hipótesis implica tesis. Ese proceso continúa aproximadamente en los dos primeros años de las carreras de Ingeniería. Se puede observar, al respecto, en los contenidos de las asignaturas que este proceso de iniciación es, históricamente hablando, la manera de acompañar la filosofía que corresponde al desarrollo científico hasta el siglo XX.

Pero a comienzos del siglo XX se formalizó la teoría de la probabilidad y, con ella, la lógica subyacente, acorde con la filosofía y la tecnología resultante de la época. Con la filosofía irrumpe el indeterminismo, que, al decir de Jorge Wagensberg, “es la actitud científica compatible con el conocimiento del mundo” (Ídem, 84).

Es casi un lugar común en la docencia de la ingeniería comprobar que, al momento de abordar el indeterminismo, nuestros estudiantes en general no están preparados para comprender las enormes diferencias conceptuales que imponen su uso. Deben aprehender que ha cambiado la lógica subyacente. Se introduce la axiomática de la probabilidad.

En este sentido, del interesante libro de Hacking (2006: 22) señalamos:

Ninguna decisión pública, ningún análisis de riesgos, ningún impacto ambiental, ninguna estrategia militar puede llevarse a cabo sin una teoría de la decisión expresada en función de probabilidades. Al cubrir la opinión con una capa exterior de objetividad, reemplazamos el juicio por la computación. La probabilidad es pues el triunfo filosófico de la primera mitad del siglo XX.

Estos conocimientos introductorios de la probabilidad modifican la actitud de los estudiantes ante los nuevos contenidos: cuando no solo hay blanco y negro, cuando aparecen los otros colores, el análisis de la realidad se complica. Las bondades que tienen las herramientas de ayuda que provienen de las nuevas tecnologías no son suficientes para ayudar a superar los hábitos adquiridos. Es decir, son excelentes herramientas si se sabe lo que se busca. Por lo tanto no se trata de insistir en lo que hasta ese nivel de conocimientos tal vez nos sirvió, sino que se trata de constatar que las complejidades de la realidad nos obligan a buscar otro enfoque y, consecuentemente, otras opciones para encarar su estudio y procurar su transformación.

Como ejemplo reflexionemos sobre lo que escribe Koyré (1994: 138-139):

[...] paralelamente al crecimiento de las ciudades y de la riqueza urbana o, si se quiere, paralelamente a la victoria de la ciudad y de la vida urbana sobre el campo y la vida rural, el uso de los relojes se extiende más y más. Siempre son muy bellos, muy trabajados, muy cincelados, muy caros (...) Además el reloj evoluciona, mejora, se transforma (...) Sin embargo, el reloj de precisión no sale del reloj de los relojeros. Este último nunca sobrepasó el estadio del “casi” y el nivel del “aproximadamente”. El reloj de precisión, el reloj cronométrico, tiene un origen muy diferente. No es de ningún modo una promoción del reloj de uso práctico. Es un *instrumento*, es decir una creación del pensamiento científico, mejor aún, una realización consciente de una teoría. (...) Lo que determina la naturaleza de una cosa no es su utilización: es su estructura.

A este respecto, cuando nos referimos a abordar el estudio de la lógica, como sucede en los primeros años de ingeniería, cuando nos referimos a la estructura, debemos internarnos en el pensamiento de Hilbert que escribió en las primeras décadas del siglo XX: “Pienso que la sólida actitud filosófica que se requiere para fundamentar la matemática pura –y también todo pensamiento científico para el entendimiento y la comunicación– es ésta: *en el principio era el signo*” (Tasic, 2001: 109).

La estructura del idioma al que nos referimos más arriba. Por supuesto que no es con la intención de enredarnos en el análisis de las estructuras en sí a las que vaciaríamos de contenido, porque tal como describió Poincaré refiriéndose a lógicos y formalistas se trataría de “escritores que solo saben de gramática pero que no tienen historias que contar” (ídem, 211). Aquí nos referimos a nuestra tarea esencial: como queremos formar ingenieros creativos y reflexivos, empecemos por inculcar el idioma con el que habrán de expresarse y reflexionar, para que ellos puedan por sí mismos leer y comprender lo que ocurre en su tiempo y para que estén en condiciones de construir su propia propuesta y su crítica filosófica si así lo necesitasen.

Cuando decimos crítica filosófica no estamos exagerando. Sin advertirlo, cuando se aborda la matemática probabilística como ejemplo de lo que significa internarse en la ciencia del siglo XX, nuestros estudiantes comienzan a verbalizar problemas filosóficos acerca de los cuales ellos no habían reflexionado hasta entonces. Señalemos como ejemplo de sus preguntas, o de las preguntas de sus profesores: ¿qué significa escribir  $a=b$ ? ¿Existe la igualdad en la realidad o es una manera de indicar similares comportamientos? ¿No se deduciría que lo que existe es la identidad, o sea que lo único verdaderamente igual a algo es el sí mismo?

Estas y otras cuestiones están ocultas en la enseñanza de la ciencia y nuestros alumnos se interesan en ellas en tanto profundizan sus conocimientos y sus docentes los invitan a reflexionar. Por lo tanto, reforzamos nuestra convicción de la insoslayable necesidad de instalar el pensamiento científico para que, llegando a ser ingenieros, como decía Poincaré, ellos puedan contar su historia.

Para ayudar a instalar el pensamiento científico es aconsejable, según nuestra experiencia y la de muchos colegas, educar en la resolución de problemas, evitando así la repetición de mecanismos. Es cierto que los problemas de la Ingeniería no pueden ser abordados al principio de las carreras por su grado de complejidad, y es cierto también que, si en vez de escribir  $x$  escribimos tornillos, eso no convertirá a la propuesta en un problema de la ingeniería, cuyos problemas son más complejos, sin embargo contribuirá a distinguir entre ejercicios, que es lo que suele proponerse, y problemas. Tal como señala Pozo (1994: 19):

Los ejercicios y los problemas requieren de los alumnos la actuación de diversos tipos de conocimientos, no solo de diferentes procedimientos, sino también de distintas actitudes, motivaciones y conceptos. En la medida en

que son situaciones más abiertas o nuevas, la solución de problemas supone para el alumno una demanda cognitiva y motivacional mayor que la ejecución de ejercicios, por lo que muchas veces los alumnos no habituados a resolver problemas son inicialmente remisos a intentarlo y procuran reducir los problemas a ejercicios rutinarios.

Por otra parte, dada la situación de precariedad actual con respecto al manejo del lenguaje por parte de la mayoría de los estudiantes, la demanda agregada por la semántica del texto los obliga a desentrañar el significado de lo que se les demanda, lo que contribuye a determinar los aspectos fundamentales que se hayan planteado y a separarlos de situaciones de interés secundario en el proceso de resolución. En definitiva, y en palabras de Johsua (2005: 84):

¿Cuándo hay un problema? Cuando un sujeto quiere producir una respuesta adaptada a cierta demanda, sin que esta pueda ser producida automáticamente. La situación-problema está caracterizada por tres niveles de interpretación: el de la situación inicial, el del objetivo a alcanzar, el de las acciones permitidas para lograrlo. Esas tres representaciones del problema definen, entonces, un espacio del problema en el que se realiza la búsqueda de una solución. Más precisamente, la interpretación de las acciones permitidas proporciona la lista de las operaciones aplicables a la situación inicial, y engendran, entonces, un conjunto de estados posibles. Si, al menos para el sujeto, la situación-objetivo no forma parte de este espacio es imposible alcanzar el objetivo”.

Claramente, a pesar de tener en cuenta las advertencias anteriores, y de tratar de encarar su resolución, otros impedimentos están en el origen de su incapacidad de resolución por parte de los estudiantes. El principal de ellos es el llamado sentido común, ingenuidad que debemos combatir, sobre todo ante la oposición de quienes nos acusan de querer negar aspectos de la cultura propia de nuestros estudiantes, lo que de ninguna manera es nuestra intención.

Lo que sí queremos destacar es que nuestro sentido no es común. Nuestro sentido ha sido educado. Al respecto cabe la extraordinaria reflexión de Russell, citado por Einstein (2002: 18):

El observador cuando piensa que está observando una piedra, está observando en realidad, si hemos de creer a la física, los efectos de la piedra sobre él. La ciencia parece pues, en guerra consigo misma: Cuanto más objetiva pretende ser, más hundida se ve en la subjetividad, en contra de sus deseos. El realismo ingenuo lleva a la física y la física si es auténtica, muestra que el

realismo ingenuo es falso. En consecuencia, el realismo ingenuo, si es verdadero, es falso. En consecuencia, es falso.

Creemos, como Bunge (1996: 53), que

en las cuestiones científicas ocurre generalmente que las verdades más profundas son “evidentes”, si lo son en algún caso, solo para quienes las han aprendido trabajosamente o las han aplicado con frecuencia, o —mejor aún— solo para sus autores o para quienes las han reconstruido por sí mismos. La evidencia es por lo común una característica del hábito, y, por tanto, una señal de peligro, puesto que, peligrosamente, no tendemos a cuestionar o analizar aquello a lo que estamos habituados.

Por lo que para el estudiante de ingeniería nada en principio debería resultar obvio y sus conocimientos deberían resultar de diversas tentativas y debates para alcanzar esas verdades profundas.

Ese realismo ingenuo, que exteriorizan nuestros alumnos sobre todo al abordar el estudio de la ciencia posterior al siglo XX, es el resultado, en general, de conjeturar falsamente a partir de lo que imaginan y de no haber practicado la disciplina de analizar cada frase con detenimiento y midiendo su alcance, con lo que pierden objetividad y, en consecuencia, se les hace muy difícil resolver problemas. En general tienden a deducir según su criterio, que no es objetivo, de modo que suponen que un texto dice lo que no dice. Por lo común, todos los docentes hemos vivido esa experiencia y, lamentablemente, esta falta de objetividad se manifiesta en muchos profesionales de la ingeniería que, cuando se dedican a la docencia, escriben problemas que suponen que el lector, en este caso los estudiantes, habrán de entender, sin que sus textos objetivamente lo permitan.

Tomar distancia para hacer objetivo lo que se lee es una tarea fundamental en la docencia, que se manifiesta en la redacción de los problemas que pretendemos que los estudiantes resuelvan.

## CONCLUSIÓN

A principios de este siglo, la conducta de los adolescentes por la irrupción de las nuevas tecnologías generó una fractura generacional entre ellos y sus padres. Con las mejores intenciones se comenzó a sugerir que los padres debían convertirse en amigos de sus hijos. Cuando los mayores, acusando recibo de esos consejos, abandonaron sus responsabilidades, los

problemas que produjeron los comportamientos generados llevaron a la necesidad de reubicar nuevamente los roles de cada generación en el lugar que les correspondía asumir, sin desmedro por parte de los mayores de atender a las necesidades e intereses de las nuevas generaciones.

En nuestra opinión, algo similar está ocurriendo en la docencia universitaria. Se nos reclama a los docentes, ante la formidable transformación cultural que significó la irrupción de las nuevas tecnologías, que nos convirtamos en “facilitadores”, acompañando a nuestros estudiantes en su camino hacia la concreción de sus carreras. Los argumentos tienden a mostrar, rememorando a Kundera, la insoportable levedad que supone decir cosas tales como que necesitamos hacer que la ciencia sea divertida (aunque sin duda lo es para quienes la practicamos en cualquiera de sus aspectos).

Debemos reemplazar la “diversión” por el necesario “interés por la ciencia”, que debería esperarse de quienes se proponen dedicar a la ingeniería; y esta modificación es importante porque las palabras son generadoras y, a la vez, emergentes de conductas.

Las notas que anteceden tienden entonces a recordar y mostrar que, cuando la ciencia se expande por la necesidad de resolver nuevos problemas, lo hace generando círculos concéntricos: por ejemplo, cuando los números reales resultaron insuficientes para comprender nuevas situaciones, se generaron los números complejos, pero el nuevo conjunto no negó los valores del anterior, por el contrario, contuvo al anterior respetando todas sus propiedades y ampliando su radio de acción por las nuevas condiciones planteadas. Es decir, no hubo ruptura; se incorporaron nuevos recursos para poder abarcar los nuevos escenarios. Algo similar ocurrió en la física los postulados de Galileo siguen vigentes aunque se hayan generado nuevos postulados para poder comprender más profundamente la realidad.

Creemos que así debe suceder con la docencia: incorporar las nuevas tecnologías en el proceso de generar la nueva didáctica que necesariamente debe desarrollarse para abarcarlas no debe significar el abandono de nuestro rol.

Los docentes somos y debemos seguir siendo educadores, acompañando a nuestros estudiantes en su camino, pero cumpliendo nuestro rol, imponiendo los límites que demandan los aprendizajes de las ciencias y convenciendo, por la práctica de la experiencia, que por ser sus mayores no intentamos someterlos, sino contenerlos y guiarlos. Por eso hemos insis-

tido en estas notas en recordar preceptos fundamentales. Lo hacemos con la intención de ayudar a cumplir con las obligaciones que la sociedad nos demanda.

## REFERENCIAS

- Abate, S., N. Bucari y A. Melgarejo (2015): "Algunas reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias básicas en ingeniería", *Tecnología & Sociedad*, N° 4, pp. 57-63.
- Bunge, M. (1996): *Intuición y razón*, Buenos Aires, Sudamericana.
- Chevallard, Y. (1991): *La transposición didáctica*, Buenos Aires, Aique.
- Einstein, A. (2002): *Mis ideas y opiniones*, Barcelona, Bon Ton.
- Gimeno Sacristán, J. y A. Pérez Gómez (2008): *Comprender y transformar la enseñanza*, Madrid, Morata.
- Hacking, I. (2006): *La domesticación del azar*, Barcelona, Gedisa.
- Johsua, S. y J. Dupin (2005): *Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática*, Buenos Aires, Colihue.
- Koyré, A. (1994): *Pensar la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- Marcuse, H. (1972): *El hombre unidimensional*, Barcelona, Seix Barral.
- Polya, G. (2000): *Cómo plantear y resolver problemas*, Méjico, Trillas.
- Pozo, J. (Coord.) (1994): *La solución de problemas*, Aula XXI, Madrid, Santillana.
- Tasic, V. (2001): *Una lectura matemática del pensamiento posmoderno*, Buenos Aires, Colihue.
- Wagensberg, J. (1985): *Ideas sobre la complejidad del mundo*, Barcelona, Tusquets.
- Wolton, D. (2000): *Internet ¿y después?*, Barcelona, Gedisa.

