

NUEVOS DESAFÍOS EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS INGENIEROS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO-REFLEXIVO

Ingeniero Luis Eduardo. Perez Farrás lep@uolsinectis.com.ar

Ingeniera María Eva Koutsovitis mevakoutsovitis@yahoo.com.ar

Capítulo V-Formación del Ingeniero para el desarrollo sostenible.

INTRODUCCIÓN Y DIAGNÓSTICO

La práctica docente desarrollada en diversas carreras de ingeniería de grado y de posgrado de distintas universidades nacionales e instituciones privadas durante los últimos 30 años revela las dificultades crecientes que los estudiantes presentan en la resolución de situaciones problemáticas.

El adecuado desarrollo del carácter científico-tecnológico de la disciplina requiere especialmente de:

- a) la capacidad de identificar y diagnosticar correctamente la situación problemática en términos conceptuales,
- b) la aplicación pertinente de las teorías mediante la formulación matemática correcta,
- c) la capacidad para justificar críticamente la coherencia entre el resultado obtenido y el desarrollo del problema y la congruencia de dicho resultado con las reglas y prácticas de la ingeniería,
- d) la capacidad para plantear soluciones alternativas.

Si bien las dificultades se observan en todas y cada una de estas etapas y dimensiones del proceso del desarrollo de pensamiento crítico-reflexivo, cabe destacar aquellas vinculadas al análisis crítico de los resultados obtenidos, que suelen presentarse al estudiante como aleatorios, al no lograr anticipar el orden de magnitud esperado y razonable. Se instala una suerte de círculo vicioso que impide el pasaje correcto de la situación problemática real al

modelo teórico-conceptual y a su vez de éste a la solución concreta. De esta manera la labor del ingeniero queda distorsionada y unilateralmente reducida al ámbito del modelo abstracto sin correlación con la realidad ni con el sentido común.

A modo de hipótesis, sostenemos que las dificultades del aprendizaje son relativas a distorsiones en la percepción de la complejidad de los problemas de la práctica ingenieril y al déficit en el desarrollo de la específica racionalidad técnica, socavada por la aplicación acrítica de modelos matemáticos abstractos.

Si por un lado podemos vincular los déficits de percepción y definición de las situaciones problemáticas a la crisis del sistema educativo general, por otro, las dificultades en el desarrollo de la racionalidad técnica son propias de la enseñanza de la disciplina.

Ambas cuestiones, distorsiones de la percepción y ausencia de reflexividad son rasgos de la cultura contemporánea, basada en la instantaneidad, lo efímero y el eclipse de la distancia, incluida la reflexiva. Dado que se valora la velocidad y el cambio constante, no es de extrañar que las tareas que requieren escuchar, observar con atención, concentración, y toma de distancia a fin de ejercer la crítica, estén menoscabadas. Una cultura que favorece la gratificación inmediata y promueve resultados “ya” constituye, por cierto, el contexto en el cual se desempeña nuestra tarea pedagógica. Dado que la homogeneización y nivelación es propia de la cultura de masas, no debe extrañar que estas características estén presentes en todos los niveles de la enseñanza y que atraviesen por igual géneros, clases y diferencias culturales. Vivimos en la cultura de la inmediatez, a contrapelo del desarrollo de procesos reflexivos y autoreflexivos. Como lo muestran numerosos experimentos científicos, pensamos mucho menos de lo que creemos.

A estas dificultades, los estudiantes de carreras técnicas agregan otras. Entre ellas, la de no poder desarrollar adecuadamente el tipo de racionalidad que le es propia y que requiere, básicamente, enlazar lo abstracto con lo concreto, la teoría con la empirie, los modelos y los datos, con criterio técnico, es decir, maximizando la relación medios –fines.

METODOLOGÍA DE TRABAJO PROPUESTA

La propuesta, que recoge la experiencia realizada, consiste en crear espacios de trabajo y reflexión conjunta ad hoc sobre esta problemática en las cátedras incorporando distintas metodologías y técnicas de trabajo grupal.

El punto de partida es la toma de conciencia conjunta del tipo de problemática, de su magnitud y de sus efectos, con el objetivo de que el estudiante pueda no sólo mejorar su performance sino, fundamentalmente, ampliar su capacidad cognitiva, en términos de autoreflexividad ¹.

Con el objeto de fomentar el desarrollo de una práctica de pensamiento tecnológico crítico que articule las necesidades concretas, los recursos disponibles (siempre escasos) y que optimice la relación medios-fines en función de las condiciones de aplicabilidad, se desarrollaron distintas experiencias pedagógicas todas ellas incorporando técnicas de trabajo grupal y la resolución de situaciones problemáticas concretas.

La experiencia pedagógica fue implementada en diversas carreras de ingeniería de grado y de posgrado de distintas universidades nacionales. Esta novedosa propuesta de trabajo se desarrolla hace más de 10 años en la Asignatura Construcciones Hidráulicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, hace más de 5 años en la asignatura Hidrología y Obras Hidráulicas de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional y desde el año 2006 en la asignatura Hidráulica Sanitaria del Posgrado de Ingeniería Sanitaria, Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

¹ Esta propuesta está inspirada en el pensamiento del Premio Nobel de Economía y filósofo hindú Amartya Sen, para quien el desarrollo humano es el desarrollo de las capacidades de funcionamientos.

Con el correr de los años, la experiencia fue configurando una metodología de la enseñanza, basada fundamentalmente en el planteo de una situación problemática concreta.

El desafío que enfrenta el alumno es darle solución al abastecimiento de agua potable de una localidad argentina (por ejemplo Juana Koslay y La Toma, ambas localidades pertenecientes a la Provincia de San Luis). Para resolverla los alumnos se organizan conformando grupos de trabajo y discusión de aproximadamente seis integrantes. La experiencia se desarrolla durante cinco semanas. Los alumnos identifican la situación problemática y el nivel de complejidad de la misma. Los parámetros de diseño son establecidos previamente por el docente respetando las normativas vigentes y/o recomendaciones de organismos nacionales e internacionales. Tal es el caso de dotaciones, coeficientes, horizontes de diseño en función de la envergadura de la obra proyectada, etc. En esta instancia el docente facilita los primeros vínculos entre el alumno y organismos nacionales e internacionales competentes en el área (por ejemplo ENOHSa, BID, etc.).

En la primera semana tiene lugar la búsqueda de información base recurriendo a diversas fuentes (INDEC, Subsecretaría de Recursos Hídricos, IGM, Google Earth).

Durante la segunda semana de trabajo los alumnos esbozan alternativas de solución, las someten a debate y para la alternativa seleccionada definen el nivel de detalle de la solución en función del tiempo y los recursos disponibles.

Durante la tercer semana plantean y resuelven los modelos matemáticos analizando críticamente los resultados obtenidos. Llevan a cabo una investigación y búsqueda de las diferentes tecnologías disponibles en el mercado. Contrastan el resultado obtenido a partir del modelo teórico-conceptual con las tecnologías disponibles y realizan las correcciones necesarias para compatibilizar el resultado del modelo con la realidad.

En la cuarta semana realizan un análisis económico de la solución técnica propuesta. De esta manera la solución propuesta tiene un costo. Esto permite al alumno vincular los criterios técnicos con los económicos.

Finalmente, en la quinta semana elaboran la presentación del trabajo desarrollado para exponerlo y someterlo al análisis crítico de pares y docentes. Cada grupo presenta una Planilla de Oferta y el nivel alcanzado por los trabajos es el de Anteproyecto Licitatorio. La exposición de los distintos trabajos pone en evidencia que a partir de parámetros de diseño establecidos previamente, la resolución de una situación problemática concreta no resulta única. El docente aporta documentación correspondiente a proyectos reales de obras realizadas.

El docente se reúne semanalmente con cada uno de los grupos. Durante el encuentro los alumnos comentan las dificultades enfrentadas para alcanzar el objetivo semanal y los logros obtenidos. Alumnos y docentes analizan los resultados parciales alcanzados y redefinen conjuntamente los objetivos para la semana entrante. Durante el transcurso de la semana los alumnos se encuentran en contacto permanente con el docente a través del correo electrónico para evacuar eventuales dudas. Esta dinámica de trabajo replantea las características del vínculo docente-alumno. El docente guía durante las cinco semanas que dura la experiencia pedagógica el proceso de aprendizaje del alumno, pero éste es el protagonista.

FUNDAMENTOS E INNOVACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Esta experiencia se funda en una concepción del aprendizaje basado en la comunicación intersubjetiva argumentativamente fundada². Hay que someter a crítica la falsa idea según la cual el proceso de aprendizaje (incluidos los estudios universitarios) es individual y/o

² Nuestro encuadre del proceso de aprendizaje se basa en la teoría de la acción comunicativa de Jürgen Habermas.

fundado exclusivamente en la relación docente-alumno. Modelos, métodos y técnicas constituyen el campo disciplinario en el cual se han decantado multiplicidad de saberes.

Nunca aprendemos solos, ni sólo con nuestro maestro: en cada proceso de aprendizaje está presente una tradición que condensa el trabajo de generaciones, de distintos tiempos y espacios y producto de controversias, debates y acuerdos. Si la variable intersubjetiva no puede ser reducida al mero intercambio aúlico, tampoco la variable argumentativa puede ser sustituida por la aplicación de fórmulas y rutinas. Sin caer en nuevos dogmatismos, hay que señalar que una errónea interpretación del pragmatismo educativo conduce al triunfo del pensamiento mágico, por mucho que se lo enmascare. Este método de producción y legitimación de conocimientos (basado en la interacción comunicativa y en la argumentación racional) permite superar los problemas de la educación masiva³, en la cual cada alumno interactúa radialmente con el profesor y ninguno entre sí, y propone un modelo basado en experiencias radiales de mutua y compleja interacción. Se apunta a resignificar tanto el rol del docente como el del alumno, a fin de erradicar los estereotipos más habituales de sus respectivas funciones: saber, verdad, actividad, interés, por un lado; ignorancia, error, pasividad, desinterés, por otro. Observamos que cuando el trabajo es grupal, cuando se insiste no sólo en los resultados sino en el proceso de aprendizaje y, muy especialmente, cuando este proceso se torna conciente y se reflexiona explícitamente sobre él, se produce un salto cualitativo. Es ahí cuando el alumno advierte que está desarrollando sus capacidades, que las recetas son inconducentes y que el pensar sobre los propios procesos cognitivos produce beneficios que van más allá de las necesidades disciplinarias.

La práctica habitual le plantea al alumno situaciones problemáticas sumamente simplificadas y acotadas. Generalmente, el modelo matemático a emplear y los datos de ingreso al mismo son conocidos por el alumno. El modelo matemático se transforma en una suerte de “cacerola” donde rápido y sin detenerse a reflexionar demasiado el alumno mezcla los “ingredientes” caracterizados, en este caso, por los datos del problema. El resultado obtenido

³ El concepto de masividad de la enseñanza no es sólo cuantitativo; es un estilo de educación que, una vez instalado, persiste más allá de las condiciones que le dieron origen.

se presenta al estudiante de manera prácticamente aleatoria, ya que no logra anticipar el orden de magnitud esperado y razonable. Recuerdo que en más de una oportunidad, algún alumno propuso en una tubería de un (uno) metro de diámetro transportar un caudal de agua similar al caudal módulo del río Limay. El alumno resuelve gran cantidad de ejercicios por unidad temática desarrollada, “entrenándose” en la resolución acrítica de modelos matemáticos abstractos. Esto se refleja, además, en las grandes dificultades que encuentra a la hora de integrar los conocimientos correspondientes a las distintas unidades temáticas. De esta manera el proceso cognitivo, basado en diferentes procesos reflexivos, se distorsiona y asemeja al seguimiento de una receta de cocina. Pensar requiere no sólo de tiempo, sino de una gran inversión de energía.

Esta experiencia le propone al alumno un desafío diferente. El alumno desarrolla y selecciona los modelos teórico-conceptuales adecuados, intentando armonizar sencillez con exactitud. Debe realizar una búsqueda exhaustiva recurriendo a distintas fuentes para obtener los datos de ingreso a los distintos modelos. La experiencia le permite al alumno realizar con éxito el pasaje de la situación problemática real al modelo teórico-conceptual y a su vez de éste a la solución concreta. La solución propuesta por cada grupo de trabajo, debe ser compatible con la tecnología existente. Para alcanzar este objetivo el alumno lleva adelante un trabajo de investigación y búsqueda de las distintas tecnologías disponibles en el mercado. El estudiante observa la incompatibilidad existente entre el resultado obtenido a partir del modelo teórico-conceptual y la tecnología existente. Esto lo lleva a realizar una primera corrección de los resultados obtenidos. El análisis económico de la solución técnica propuesta, permite finalmente acotar la propuesta en términos monetarios. El debate colectivo de las distintas propuestas y la reflexión grupal, permite al curso encontrar la solución técnico-económica óptima, objetivo básico en el desarrollo de la práctica ingenieril.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados se observa que la mayoría de los grupos alcanzan los objetivos planteados. A su vez, la totalidad de los grupos que cumplen semanalmente con los objetivos parciales, alcanzan con éxito el objetivo final. La propuesta resulta en general muy estimulante para el alumno, quien finalmente con satisfacción presenta y defiende frente a pares y docentes la solución alcanzada para la problemática planteada. Argumenta cada una de las decisiones que fue tomando durante el transcurso de las cinco semanas. Los resultados se enriquecen en la medida que se logra alcanzar en cada uno de los equipos de trabajo una dinámica de grupo apropiada.

Esta tarea realizada en el interior de las cátedras debe ser complementada con la creación de foros y talleres destinados al debate conjunto de académicos, profesionales y estudiantes de estas cuestiones. Sería interesante fomentar la participación del alumno en distintas actividades vinculadas con el desarrollo de la práctica profesional. Difundir las charlas que dictan los Consejos Profesionales, las distintas Asociaciones Académicas, promover la asistencia a Congresos, Conferencias, laboratorios, obras de todo tipo, etc. Resulta muy estimulante para el alumno recibir sobre el final del ciclo lectivo charlas específicas de profesionales que se destaquen en el área.

Y finalmente, vencer los prejuicios respecto del rol e importancia de la pedagogía en la enseñanza de las carreras técnicas y de la vocación por los efectos, resultados y productos que ignora la importancia de los procesos para la obtención exitosa de aquéllos.

En síntesis la formación exitosa de los futuros ingenieros requiere del trabajo conjunto de docentes, pedagogos y profesionales destacados en cada una de las distintas áreas, así como también una fuerte vinculación institucional entre las Universidades, los Institutos de Formación Superior, Consejos Profesionales, Entes Gubernamentales, Asociaciones Profesionales y Académicas y sectores empresariales. El trabajo conjunto y la articulación de los distintos sectores involucrados nos permitirá enfrentar con éxito los nuevos desafíos planteados en la formación de Futuros Ingenieros.