



ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL: POR QUÉ FOMENTAR LA INTERACCIÓN EN EL AULA

Dra. Ing. Alice Elizabeth González ⁽¹⁾

(1) Departamento de Ingeniería Ambiental – IMFIA. Facultad de Ingeniería UdelaR

Dirección ⁽¹⁾:

Calle: Julio Herrera y Reissig 565
Tel: 598 (2) 711 3386 int.106

Ciudad: Montevideo
Fax: 598 (2) 711 5277

Uruguay CP: 11.300
e-mail: elizabet@fing.edu.uy

RESUMEN

Este trabajo pretende transmitir un punto de vista, desde la experiencia docente, acerca de por qué maximizar la interacción docente – estudiante en el aula en la Facultad de Ingeniería.

Si bien puede ser más fácil preparar una clase magistral y desarrollar la experiencia de aula en forma expositiva, también se puede argumentar a propósito de que el esfuerzo de sostener una clase interactiva y participativa vale la pena desde el punto de vista de la formación estudiantil.

Se ha tomado como experiencia de aula en torno a la que gira esta comunicación la del curso de Elementos de Ingeniería Ambiental. Esta asignatura es tomada por todos los estudiantes de Ingeniería Civil, mayoritariamente en el 6° semestre de la carrera.

INTRODUCCIÓN

A esta altura es consensuada la opinión de que no existe ninguna estrategia didáctica única y simple que asegure el éxito en la enseñanza de conceptos científicos. Además de desarrollar los contenidos es necesario enseñar procesos de pensamiento, práctica y comunicación. Esto lleva a la creciente necesidad de que el docente ponga en práctica estrategias metodológicas que estimulen el aprendizaje de los estudiantes, más aún en el actual contexto de masificación en que se imparte la enseñanza universitaria pública en nuestro país. Sin embargo, no existe aún la obligatoriedad de la formación didáctica en los docentes de la Facultad de Ingeniería, por lo que si bien lo anterior puede parecer sencillo a los ojos de un observador inadvertido, el desafío es bastante más complejo a la hora de llevarlo a la práctica en el aula.

Según la concepción didáctica tradicional es válido pensar que el docente cumple un rol de *transmisor* de conceptos / ideas / información, y la motivación del estudiante está implícita en su no-deserción del sistema educativo, por lo que no sería necesario preocuparse en estimular el aprendizaje: si el estudiante está ahora en un aula es porque tiene la suficiente motivación para ello en los objetivos que se encuentran al final de camino (en general, el Título profesional). Pero una concepción más actual, fomenta la visión del educador como *organizador* de la situación de aprendizaje: el docente debe ser *orientador* y *mediador* del conocimiento, promoviendo la construcción del conocimiento en el estudiante a través de la organización del contexto del aprendizaje y combinando para ello contenido, rigor y creatividad.

La Facultad de Ingeniería de la UdelaR tiene una Unidad de Enseñanza cuyo personal cubre interdisciplinariamente las áreas en las que los docentes solemos tener mayor necesidad de formación, y ofrece un conjunto de cursos que permiten mejorar las habilidades de aquellos docentes que se sienten motivados por ello. Desde cursos presenciales a tutorías didácticas, pasando por diversas formas de apoyo personalizado o cursos semipresenciales, la oferta es suficientemente amplia como para mostrar –ya sólo con la simple designación de los cursos- la enorme distancia



que separa la práctica intuitiva de una formación razonable para ejercer la docencia. Sin embargo, este esfuerzo institucional que se materializa la existencia y funcionamiento de la Unidad de Enseñanza está, a juicio personal, bastante subaprovechado. Ese grupo humano interdisciplinario especializado en temas de enseñanza y aprendizaje contribuye en la orientación de aquellos docentes que busquen voluntariamente su apoyo; no hay ninguna pauta institucional por la que un docente tenga la obligación de pasar por un curso de la Unidad de Enseñanza para poder hacer práctica de aula. En consecuencia, somos pocos los docentes que participamos en estas instancias de formación, y casi podría decirse que el público de los cursos constituye, en cuanto a docentes con cierto nivel de experiencia de aula, “un plantel estable”: los que hoy hacemos uno mañana seguramente haremos otro, pero siempre por móviles como autocrítica, vocación, *motu proprio*.

Los pequeños pasos que vamos dando en nuestra formación personal como docentes nos permiten ir encontrando fundamentos teóricos para nuestras prácticas intuitivas, y al entender las razones formales por las que damos las clases de determinada manera también mejoramos en la preparación de las mismas y en la conducción de las experiencias de aula.

OBJETIVOS Y METAS

Este trabajo tiene como objetivo mostrar la validez de un modelo de dictado de clases en la Facultad de Ingeniería que se aparta del modelo tradicional de la clase magistral en la que muchos nos formamos, pero que permite poner en valor algunas pautas que serán sin dudas pautas de convivencia profesional en el día no lejano en que los hoy estudiantes sean nuestros colegas.

El ejemplo que se considera es el del curso de Elementos de Ingeniería Ambiental (asignatura del 6° semestre que es tomada por todos los estudiantes de Ingeniería Civil, lo que equivale a decir que seguramente la temática del curso no reviste mayor atractivo para alrededor del 75 % - 80 % de los matriculados).

METODOLOGIA

Elementos de Ingeniería Ambiental es una asignatura tomada por todos los estudiantes de Ingeniería Civil, mayoritariamente en el 6° semestre de la carrera. A esa altura, los estudiantes vienen de cursar o están cursando principalmente asignaturas en clases masivas correspondientes a las materias Física y Matemáticas. Es de hacer notar que la actitud de quienes llegan al 6° semestre “en fecha”, es decir, sin haber perdido ningún semestre, es la de jóvenes exitosos: todos ellos han visto quedar por el camino a muchos rostros que estaban en el primer semestre de la carrera, y conocen muchas historias vinculadas a la deserción estudiantil debido a resultados académicos nefastos en los primeros semestres. Es decir, la mayoría de los estudiantes ha logrado demostrar su capacidad lógico-matemática, pero al conversar con ellos, puede verse que muchas veces el inicio de la carrera ha tenido un costo elevado en autoestima, y que el joven no se siente tratado como individuo sino como “uno más” de la masa humana que entra y sale de clase o espera en los pasillos. Es que con el anonimato de la masividad y la pérdida de la autoestima, estos jóvenes muchas veces hasta se han olvidado de aquella etapa de la secundaria en la que cada uno tenía un nombre, una familia, una historia personal.

Los jóvenes no tienen costumbre de expresarse verbalmente en clase: pocas veces preguntan y menos aún participan voluntariamente. Han estado inmersos en un contexto en que es marcada la crítica que recibe quien se equivoca o pregunta cosas que pueden parecer obvias a otros, por lo que el interés por hablar en clase es muy escaso, por temor a la censura del docente y de los compañeros.

Por otro lado, tradicionalmente las clases de nuestra Facultad de Ingeniería han tenido un contenido porcentualmente muy importante de “clases magistrales”, en las que, dicho de modo muy llano, el docente *expone* acerca del tema del día. Cada tanto puede intercalar un “¿entendieron?”, más con la intención de ratificar que el estudiante no necesita explicaciones adicionales a las ya brindadas que con la de promover la formulación de



preguntas o dudas. Ante tal pregunta convertida casi en una periódica muletilla, son muy pocos los estudiantes que se aventuran a hacer público su “no haber entendido” y pedir una nueva explicación.

Esa forma de dictar la clase tiene algunas ventajas no menores tanto para el docente como para el estudiante. Desde el punto de vista del docente, organiza su exposición de acuerdo a su concepción del tema. En consecuencia asigna de antemano los tiempos a invertir en cada punto a tocar, y prepara el material para acompañar el desarrollo de una clase “lineal”.

Desde el punto de vista del estudiante, este tipo de clases ofrece una exposición organizada donde lo que se logra es un panorama bastante claro del tema (o de la concepción que del mismo trasmite el docente) y todo el esfuerzo se centra en seguir la explicación sabiendo de antemano que la pasividad y el anonimato son refugios seguros en el caso de una distracción, un bostezo o una inasistencia: es muy poco lo que la presencia o ausencia de cada estudiante puede cambiar en el desarrollo de la clase.

Otra forma de dictar las clases es hacerlo en forma participativa, fomentando la interacción docente-estudiante y estudiante-estudiante en la situación de aula. En esta modalidad de dictado de clase, el docente pone sobre la mesa el tema a tratar y elabora los conceptos a partir de los aportes de los estudiantes y junto con ellos. En general la presentación del tema suele estar bajo la forma de alguna pregunta como “¿qué idea tienen de ...?” o “¿qué han escuchado sobre...?” o “¿qué harían si les plantearan resolver tal situación?”

En este esquema de trabajo el docente estructura previamente los objetivos a alcanzar, los puntos que es necesario desarrollar y aquellos en que desea enfatizar, pero el desarrollo de su clase no es “lineal”: está condicionado por los aportes de los estudiantes y por su propia capacidad de capitalizarlos y orientarlos hacia los objetivos buscados. Para ello debe estar dispuesto a intentar dar respuesta a los planteos de cada estudiante, a promover la búsqueda de esas respuestas por parte de o en conjunto con los propios estudiantes, y por sobre todo, a promover la participación incentivando el planteo de preguntas y comentarios. La administración del tiempo deja de estar planificada, e incluso el material que se ha preparado para la clase puede resultar en un orden tan alejado del que efectivamente ocurre que apenas si puede ser usado para la reafirmación de conceptos al final de la clase o para el repaso inicial en la instancia siguiente. Adicionalmente, el docente debe intentar mantener la atención y el interés de todos los estudiantes en el desarrollo de la clase a través de una dinámica de participación tan equilibrada como sea posible.

Para el estudiante, esta forma de trabajar le es al principio un tanto extraña y hasta incómoda, ya que puede ser “sorprendido” en cualquier momento por una pregunta del docente o porque éste lo invita a responder a otro compañero. Pero una vez superadas las barreras iniciales que tiene el asumir que la clase es un poco diferente, los resultados pueden ser mejores que en la primera modalidad de trabajo, ya que se desarrollan otras habilidades y se pueden fijar mejor los conceptos. Pasadas las primeras clases el grupo de asistentes se estabiliza, y aquellos que optan por ir sistemáticamente a clase lo suelen hacer con entusiasmo, demostrando interés por la asignatura y buena disposición hacia la propuesta didáctica.

Los conceptos que están detrás de cada forma de dar clase son diferentes. El análisis que se realiza se ha elaborado a partir de la reflexión sobre la práctica de aula en relación con elementos teóricos recibidos en los cursos de la Unidad de Enseñanza. Al intentar que la clase sea interactiva, el docente procura poner en juego algunos planteos formales, que incluyen:

- *La valoración y desarrollo de inteligencias múltiples:* se busca que el aula sea un lugar en que el estudiante se sienta cómodo para expresarse, y logre involucrarse con la temática del curso. De este modo, se pueden trabajar por lo menos tres tipos de inteligencia que no es frecuente hayan sido valoradas en los primeros años de la carrera, cuando la inteligencia lógico-matemático es la vara con que se mide y discrimina a los jóvenes: la inteligencia lingüística, la inteligencia interpersonal, y la inteligencia intrapersonal. Es posible ver una evolución a lo largo del curso en la forma de expresarse verbalmente e incluso hasta en el tono e impostación de la voz que emplean los estudiantes al tomar la palabra en clase. Progresivamente se desenvuelven con mayor seguridad, expresan mejor sus ideas, argumentan más y mejor, reflexionan con mayor madurez, logran conexiones no inmediatas entre diferentes temas. Fomentar y desarrollar estas habilidades a través de la dinámica de la clase no va



facilitando progresivamente la vida del docente, sino más bien todo lo contrario; es más, cada año surge por lo menos una discusión “fuerte” en torno a algún tema, especialmente en la segunda mitad del curso, en la que la madurez argumentativa lograda por los estudiantes es esgrimida con gran habilidad.

- *La enseñanza para la comprensión:* la forma en que se realiza la exploración de las ideas previas que traen los estudiantes permite que el docente intente seleccionar sobre la marcha a partir del material aportado por los alumnos y construir una aproximación a un tema generador (en tanto disparador de la discusión) sobre el que encauzar el desarrollo de los contenidos que tiene previsto abordar. Esto no siempre se logra, y en algunos temas no se llega siquiera a intentar, en aras de respetar las macroasignaciones de tiempo en el curso para poder cumplir con todo el programa (la modalidad de dictado de clase puede llegar a ser ineficiente en cuanto al aprovechamiento del tiempo en algunos temas, aunque se la prefiera desde otros puntos de vista; es mucho más adecuada para los temas en que se dispone de mayor tiempo que para los que tienen asignada una dotación horaria baja). A su vez, en general la revisión de comienzo de clase a propósito de los contenidos desarrollados en clases anteriores, admite ser realizada a partir de una pregunta generadora que clase a clase permite ir viendo la evolución desde el conocimiento ingenuo del tema al nivel de novato o de experto, según el caso.
- *El cambio conceptual y el aprendizaje significativo:* La forma de planteo de los temas en clase busca investigar las concepciones previas que traen los jóvenes sobre los diferentes temas del curso, de los que en su mayoría han tenido alguna noticia o por la prensa o en su formación primaria o secundaria. Las concepciones previas que traen los estudiantes en temas ambientales son en general muy heterogéneas, y muchas veces son catalogables de nivel ingenuo, sesgadas por el mensaje de “terrorismo ambiental” que se recibe permanentemente desde fuentes de muy diverso nivel de confiabilidad. Se hace necesario entonces “derrocar fundamentadamente” las concepciones o ideas previas erróneas, y construir nuevos conceptos en donde aquéllas fallaban. La exploración de las ideas previas es explícita por parte del docente, quien muchas veces construye una lista en el pizarrón con los aportes de los estudiantes para luego discutir uno a uno los conceptos anotados y construir en la interacción con los estudiantes la pertinencia o no de cada uno. Es decir, en el proceso de aprendizaje significativo y particularmente para lograr cambios conceptuales, los estudiantes son los principales protagonistas en el aula; se trabaja desde un punto de vista vigotskiano procurando que sean los propios compañeros de clase quienes ofician de “expertos” para ayudar a ampliar la zona de desarrollo próximo (ZDP) de sus iguales.
- *El error como estrategia de aprendizaje:* Este punto de vista, que Saturnino de la Torre valoriza explícitamente, se trabaja en estrecha relación con el cambio conceptual y el aprendizaje significativo. Este curso es particularmente apto para trabajar en ese sentido, y se logran otros resultados no restringidos solamente a los contenidos conceptuales de la asignatura. Cuando surge un concepto erróneo, éste se recoge y se analiza en busca de la falla que está detrás de él. Lejos de censurar al autor del planteo, se lo intenta integrar en la nueva construcción; el docente debe estar particularmente atento a no reducir su participación. Al propender a una “didáctica del error”, lo que se intenta es llevar a los estudiantes a admitir la falibilidad como un atributo natural del ser humano, y el derecho a “equivocarse de buena fe” como uno de los derechos de cada uno de quienes interactuamos en el aula. Del análisis del error en general surge un conocimiento mucho más sólido que del acierto logrado por azar, y es desde ese punto de vista que se intenta revalorizar la importancia de equivocarse, lo normal que es. En un contexto exitista en que se aplaude y promociona lo que se hace bien y se procura ocultar y olvidar las equivocaciones -luego de haber propinado al autor de las mismas “su merecido castigo”-, muchas veces se percibe una especie de distensión pasado el primero de estos episodios, cuando los estudiantes perciben lo normal que resulta la equivocación y cuánto se puede aprender de ella.
- *El aprendizaje plenamente consciente:* La teoría de Langer se aplica especialmente en relación a lo anterior, procurando inducir un proceso metacognitivo (es decir, de reflexión acerca de la propia adquisición de conocimiento, del proceso de aprendizaje) asociado al cambio conceptual y al error



como estrategia de aprendizaje. Si se logra que el estudiante reflexione acerca de cómo ha abordado algunos temas y a través de qué procesos ha llegado a su actual estado de conocimiento, es probable que el reconocimiento de esa metodología le sea de utilidad para aplicarla a otros temas, a otras asignaturas o, en sentido genérico, en otras aplicaciones en su vida.

RESULTADOS

La participación proactiva en clase no es moneda corriente en nuestra Facultad de Ingeniería, por lo que el estilo propuesto para el dictado de las clases implica a su vez lograr un cambio actitudinal en los jóvenes, promoviendo su interés por participar. El docente debe estimular permanentemente la participación, la formulación de preguntas, la manifestación de aportes al tema que se desarrolla (“¿hay preguntas, dudas, quejas, comentarios, sugerencias u otras formas de intervención?”).

Al seleccionar esta forma de trabajar, el docente asume implícitamente los riesgos que ella implica; entre ellos pesa mucho el hecho de que el éxito de la clase depende fuertemente de lograr aportes de parte de los estudiantes, pero sobre todo de trabajar y orientar el material que se recibe sobre la marcha para llegar al puerto deseado. El trato debe ser personalizado y cuidadoso si lo que se quiere es fomentar la participación; no se debe perder de vista que se está trabajando con estudiantes que exigen como adultos aunque a veces responden aún como adolescentes. (En algunas contadas ocasiones puede llegar a ser necesario hacer un comentario en un pasillo, fuera del ámbito de clase, para reencauzar algunas expresiones y actitudes que no siempre resultan “ubicadas” en el aula; es que el hecho de tener una oportunidad de expresarse y ser tratados prácticamente de igual a igual en una clase no siempre se logra capitalizar en tiempo y forma).

Cuando se logra establecer una buena comunicación, los estudiantes valoran el hecho de ser llamados por su nombre, de ser escuchados, y de tener la posibilidad de construir los conceptos del curso edificando sobre sus ideas previas –y, en caso de ser necesario, tener apoyo explícito en el proceso de “desconstruir” o derrocar posibles preconceptos erróneos–.

Asimismo, el hecho de verbalizar las ideas previas, discutir entre iguales, formular preguntas, participar en la construcción de las respuestas, ayuda sin dudas a comprender y retener los conceptos, como lo reflejan los resultados de las evaluaciones. En general el estudiante que asiste a clase suele tener resultados exitosos y es posible –de acuerdo con sus propios comentarios– que los logre dedicando menos tiempo de estudio que quienes optan por estudiar directamente del material escrito sin ir a clase.

Se reivindica además la igualdad entre los compañeros; al buscar una participación equilibrada en clase, el docente va dando la palabra alternativamente a unos y otros, procurando un buen reparto entre todos. Pero como el docente intenta aprender el nombre de pila pero no el apellido de los estudiantes, en cierta medida ellos conservan las ventajas de un semi-anonimato pero capitalizando simultáneamente las ventajas de volver a sentirse una persona en formación dentro de un aula.

Por otra parte, se valora como muy positivo el hecho de que a partir del diálogo que se genera en clase en torno al tema del día, los estudiantes se sientan luego en condiciones de detener al docente en un pasillo para formular una pregunta, o acercarse fuera de horario a pedir información u orientación sobre otros temas. Sienten que han recuperado “algo”, que pueden comunicarse directamente con sus docentes, tocar una puerta y ser recibidos para consultar sobre el tema que en el momento les preocupe (las preiaturas, las asignaturas a tomar, las posibilidades de inserción laboral, tomar o no una oferta de trabajo o una pasantía, etc.). Si la comunicación verbal es uno de los atributos más distintivos del género humano, lo que han recuperado es, en cierta forma, un espacio de crecimiento personal.



CONCLUSIONES

Si bien puede haber muy diversas formas de impartir conocimientos en una Facultad de Ingeniería, en la nuestra durante muchos años la preferida por la mayoría de los docentes era la “clase magistral”. Sin embargo, cuando el docente está dispuesto a asumir el desafío –casi se diría, los riesgos- que implica desarrollar un curso apoyado en clases participativas y los estudiantes aceptan la propuesta y asumen un rol activo, los resultados pueden ser aún mejores que en el primer esquema.

No sólo se revalorizan pautas de comunicación y expresión oral, sino que se pueden trabajar más profundamente los conceptos principales, contribuyendo a “desconstruir” ideas previas erróneas y edificar conceptos sobre bases sólidas interactivamente construidas .

En la era de las comunicaciones, donde el acceso a la información es generalizado, es posible que en asignaturas descriptivas como la que se ha considerado fuera una muestra de eficiencia el no impartir clases presenciales ya que todo está perfectamente accesible para los estudiantes, más aún en este caso concreto en que existen notas preparadas explícitamente para el curso. Pero la misión del docente no se debe restringir a disertar y explicar acerca de los temas que prevé el programa del curso; el docente comprometido con su tarea comprende que la experiencia de aula le da la oportunidad pero a la vez lo obliga a dejar al estudiante *algo más* que una idea acerca de los contenidos de una asignatura, excusa ésta por la que coexisten ambos en un aula.

En una modalidad participativa el docente arriesga más y ofrece abiertamente en cada clase y en cada discusión sus propias concepciones personales y profesionales, pero en ese juego más arriesgado también pueden ganar mucho más todos, ya que es mucho más posible que los jóvenes comprendan e internalicen que el verdadero empleador del ingeniero es la sociedad, y se preparen desde tan temprano como sea posible para el ejercicio de una profesión de gran contenido humanista y vocación de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- DE LA TORRE, S., BARRIOS, O. Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Editorial Octaedro. Serie Recursos, N° 31.
2. GARCÍA-VALCÁRCEL, A. Didáctica Universitaria. Editorial La Muralla S.A. 291 pp. 2001.
3. GONZÁLEZ, A.E., MIGUEZ, M. Buscando el Aprendizaje Consciente de los estudiantes: Seguimiento de un trabajo monográfico propio. Segundo Foro: La enseñanza y el aprendizaje universitarios en contexto de masividad. Udelar, 2002.
4. GONZÁLEZ, A.E., MIGUEZ, M., OTEGUI, X. El tópico generativo propuesto por los estudiantes: una herramienta para fomentar desempeños flexibles. Primer encuentro sobre Enseñanza para la Comprensión. Udelar, 2003.
5. GONZÁLEZ, A.E., REZZANO, M. En busca de la autoestima perdida: modulo taller de Ingeniería Ambiental. XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería. 2007.
6. LEYMONIÉ, J., MIGUEZ, M. Materiales y notas del Curso Enseñanza para la Comprensión (Proyecto Zero de Harvard University). Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería de la Udelar. 2003.
7. MIGUEZ, M., CURIONE, K. Materiales y notas del Curso Aprendizaje de las Ciencias. Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería de la Udelar. 2005.
8. MIGUEZ, M., LEYMONIÉ, J. Materiales y notas del Curso Epistemología y Enseñanza de las Ciencias. Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería de la Udelar. 2004.