



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**

***Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global***

LA EDUCACIÓN A DISTANCIA COMO ESTRATEGIA Y PROCEDIMIENTO INNOVADOR EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Patricia Susana Infante, Alejandra Punta

**Universidad Nacional de Cuyo
Mendoza, Argentina**

Resumen

Entendiendo que la educación a distancia es una estrategia educativa basada en la aplicación de la tecnología del aprendizaje sin la limitación del lugar y del tiempo, y en las que la forma de estudio no son directamente guiadas por la presencia de un profesor en el aula, se propone esta alternativa, como innovación, para su aplicación en contenidos curriculares correspondientes a las tecnologías básicas de la enseñanza de la ingeniería civil.

La necesidad de innovar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, en el más puro significado de la palabra, se ha originado en la Asignatura de Hidráulica General como consecuencia del incremento progresivo en la matrícula anual de alumnos desde el año lectivo 1997, a raíz de la imposibilidad de cumplir con la condición de aprobar la materia antes que comience su dictado en el año lectivo siguiente.

En el año 2006, y con la finalidad de revertir el efecto acumulativo en la cantidad de alumnos matriculados y que ya habían intentado aprobar la asignatura sin éxito en años anteriores, se implementó un cambio en la modalidad de enseñanza y aprendizaje. Dicho cambio se ajustó al Proyecto de Educación a Distancia de la UNCuyo, con lo cual la mayoría de los integrantes de la cátedra se capacitaron en el tema y se adaptó la asignatura a la nueva modalidad, que se denominó "semipresencial". Este sistema semipresencial implementado desde el año lectivo 2006 hasta la fecha, resultó una experiencia productiva, ya que el éxito de los alumnos, medido como la aprobación del examen final presencial de la asignatura, ha sido satisfactorio, consecuentemente ha disminuido la cantidad de alumnos que se inscriben más de dos veces en la asignatura antes de poder aprobarla.

Los aspectos en los cuales se ha centrado el trabajo docente en esta nueva modalidad son: la producción de material de estudio mediado y acorde a las características específicas de la asignatura, la construcción de un espacio en el campus virtual de la Universidad Nacional de Cuyo, la tutoría de actividades conceptuales y prácticas dentro del mencionado campus, y la evaluación presencial de los contenidos correspondientes.

Ha sido indispensable tener en cuenta las características específicas referidas tanto a la enseñanza de la ingeniería en general, como a la hidráulica en particular. Esto ha incluido el desafío de sustituir y complementar la presencialidad de los alumnos en clase, a través de una modalidad semipresencial, constituida por el seguimiento a distancia del avance del aprendizaje de la asignatura y la presencialidad de las prácticas de laboratorio, visitas de campo y evaluaciones. A las consideraciones anteriores se agrega el incentivo de la aplicación del criterio personal del alumno y la creatividad en la resolución de casos y problemas, y por último, pero no menos importante, hacerles tomar conciencia de la importancia del ejercicio responsable de la profesión, ya que no se puede olvidar que la misión de la Universidad es preparar a los alumnos para ser profesionales y, deseablemente, personas con criterio en el mundo real.

Palabras clave: semipresencialidad; educación; ingeniería

Abstract

Considering that distance education is an educational strategy based on the application of learning technology without the limitation of place and time, and in the form of study that are not directly guided by the presence of a teacher in the classroom, this alternative is proposed, such as innovation, for use in curriculum corresponding to the basic technologies of civil engineering education.

As a result of the progressive increase in annual registration of students from the academic year 1997, mainly those who must re-enrolls, the alternative for innovation in teaching and learning emerges in General Hydraulics Course.

In the year 2006, and in order to reverse the cumulative effect on the number of students re-enrolled and had tried unsuccessfully to pass the course in previous years, we implemented a change in the mode of teaching and learning. This change was adjusted for Distance Education Project of UNCuyo, which most of the teachers were trained and the General Hydraulics Course was adapted to the new form, which is called "half-presential".

The areas in which we worked were: the production of mediated material according to the specific characteristics of the subject, the construction of a space in the virtual campus of the National University of Cuyo, mentoring of conceptual and practical activities within of that campus, and evaluation in the classroom of the conceptual and procedural contents.

It was a challenge to design a strategy to replace and complement presentiality of students in class, primarily composed of remote monitoring of the progress of learning and presentiality laboratory practices, field visits and assessments.

This new system was implemented from the academic year 2006 to date, it has been a productive experience, since the success of students, measured as the approval of the final examination of the course has been satisfactory, consequently the number of re-enrolled students has decreased.

Keywords: *blended learning; education; engineering*

1. Introducción

A través de los años, y más precisamente a partir del año 2000, se ha manifestado un constante crecimiento de la cantidad de alumnos que anualmente se inscriben y cursan la asignatura de Hidráulica General, principalmente compuesto por alumnos recursantes. Los alumnos recursantes son aquéllos que no aprobaron la materia hasta que se comience a dictar nuevamente en el año lectivo siguiente, en su gran mayoría son alumnos que nunca presentaron examen final en dicho plazo de tiempo, y en una ínfima cantidad son alumnos que habiendo presentado el examen final no lo han aprobado.

En la Tabla 1, confeccionada con datos de control registrados por el equipo docente de la asignatura, se puede visualizar el aumento del número de inscriptos y cómo se ha desarrollado a través del tiempo. La organización de los datos anuales responde a la cantidad total de alumnos inscriptos, columna 1, de la cual se ha separado la cantidad de alumnos recursantes inscriptos, columna 2, se incluye la cantidad de alumnos que obtienen anualmente la regularidad, columna 3. De éstos últimos se analizan en particular la cantidad de alumnos aprobados, columna 4, desaprobados, columna 5, ausentes en el examen final, indicado como EF, columna 6, y también la cantidad de alumnos que no presentaron EF, columna 7, en el plazo correspondiente a la regularidad obtenida. Y por último, se agrega el dato de la cantidad de alumnos que han aprobado la asignatura con EF en carácter de alumno libre, indicado como AL, columna 8.

Tabla 1. Cantidad de alumnos desde el año 1997 hasta el año 2006

Fuente: Registros propios de la Asignatura

Año lectivo	Alumnos inscriptos en total	Alumnos recursantes inscriptos	Alumnos regulares	Alumnos Aprobados	Alumnos no aprobados	Alumnos Ausentes en EF	Alumnos sin EF	Alumnos libres (AL)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1997	25	S/D	22	19	3	0	0	0
1998	57	S/D	52	24	7	3	18	0
1999	67	S/D	48	26	1	1	20	0
2000	73	4	57	31	1	2	23	0
2001	61	22	50	27	1	0	22	2
2002	65	10	47	28	1	1	17	3
2003	63	26	42	7	1	1	33	2
2004	75	25	51	32	2	3	14	3
2005	61	30	45	19	2	1	23	4
2006	69	35	49	23	0	1	25	1

S/D: sin datos correspondientes a dichos años lectivos

Analizados los valores presentados en la Tabla 1, se puede concluir que a partir del año 1998 aumentó notablemente la cantidad de alumnos inscriptos en la asignatura y también la cantidad de alumnos que habiendo obtenido la regularidad, no presentaron EF. Éstos últimos comenzaron a engrosar la cantidad total de inscriptos de los años siguientes, con lo cual la población estudiantil comenzó a crecer hasta llegar a un máximo de 75 alumnos en el año 2004, entre los cuales se incluyen los 33 alumnos que no presentaron EF en el año 2003. Se quiere resaltar que en el año 2003, 33 alumnos de los 42 regulares, ni siquiera presentaron EF, es decir que, casi el 79% de los alumnos regulares de dicho año, no se inscribieron, ni se presentaron ni una vez ante una mesa examinadora.

Esta situación ha representado y representa una preocupación constante para el equipo docente de la asignatura Hidráulica General, y motivó la necesidad de innovar, en el más puro significado de la palabra, en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

2. Adaptación a la modalidad de educación a distancia

Entendiendo que la educación a distancia es una estrategia educativa basada en la aplicación de la tecnología del aprendizaje sin la limitación del lugar y del tiempo, y en las que la forma de estudio no son directamente guiadas por la presencia de un docente en el aula, se ha propuesto la modalidad a distancia, como una innovación, para su aplicación en contenidos curriculares correspondientes a las tecnologías básicas de la enseñanza de la ingeniería civil.

La Actividad Curricular “Hidráulica General”, se encuadra dentro del grupo de asignaturas de las Tecnologías Básicas, las que deben apuntar a la aplicación creativa del conocimiento y a la solución de problemas de ingeniería, teniendo como fundamento a las ciencias básicas. Con lo cual, esta asignatura tiene su apoyo en el Análisis Matemático, en la Física y en la Mecánica Racional, éstas dos últimas para la interpretación física de los conceptos vertidos, y de los resultados numéricos obtenidos. Y por último, también tiene un fuerte contenido empírico, que se aplica en el diseño y cálculo de las obras hidráulicas, el que debe ser reproducido físicamente en laboratorio o en prototipo, para su visualización por parte del estudiante.

Con la transformación de materias anuales a cuatrimestrales dentro del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Civil (Dirección de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, 2003) esta asignatura debe aprobarse, mediante EF, antes que se comience nuevamente con su dictado al año lectivo siguiente; caso contrario se pierde la calidad de alumno regular y es necesario “recursar” la materia nuevamente.

En Noviembre de 2004 integrantes del equipo docente de la asignatura participaron de una capacitación brindada por especialistas del Proyecto de Educación a Distancia de la Universidad Nacional de Cuyo, en la cual se impartieron los conceptos fundamentales de la modalidad.

La modalidad a distancia implica una mediación en la relación docente-alumno, para favorecer la apropiación de aprendizajes constructivos. Esta mediación se plantea a través de tres niveles de interacción (Barrantes Echavarría, 1992); el primero es la elaboración de material de estudio y la interacción entre el estudiante y el contenido de dicho material, a ser aprendido; el segundo incluye las acciones tutoriales, o la interactividad entre el estudiante y su tutor; y el tercero la evaluación del estudiante por parte del equipo docente.

A continuación se analizan las intervenciones en cuanto a cada uno de dichos niveles de interacción.

2.1. Elaboración del material de estudio

Se ha elaborado material de estudio adaptado a la modalidad de educación a distancia, se ha organizado y construido el espacio de la asignatura dentro del Campus Virtual de la UNCuyo, y por último se ha diseñado un régimen semipresencial dentro de la asignatura (Infante, 2006), para lo cual se incluyeron clases presenciales, tales como visitas de campo, visitas de obra, prácticas de laboratorio y las evaluaciones parciales presenciales.

Se ha definido y organizado el contenido conceptual y procedimental a incluir dentro del Campus Virtual con el material de estudio preparado y acorde al Programa Analítico de la Actividad Curricular, material que se puede descargar a través de archivos con formato pdf, lo que insume un tiempo de conexión a Internet mucho más breve, que en el caso de leer y estudiar “on line”, y además permite al alumno almacenar en

forma ordenada, y de acuerdo a su propio sistema de archivos, el material de estudio en su PC (Infante, 2006).

Con la finalidad de realizar un seguimiento continuo del aprendizaje de los contenidos del material de estudio se han implementado dos tipos de actividades a realizar dentro del Campus Virtual: actividades conceptuales y actividades prácticas. Las primeras están destinadas a controlar el avance del aprendizaje de los conceptos fundamentales de la asignatura, mientras que las segundas tienen como objeto monitorear la competencia adquirida en la aplicación de dichos conceptos en la resolución de ejercicios, casos prácticos y problemas planteados en el campo de la ingeniería.

2.2. Acciones tutoriales

La misión del docente debe ser la de garantizar la máxima calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Duart y Sangrà, 2000) avocándose a la adecuación de los contenidos de las materias y a los progresos científicos, velando para que los estudiantes dispongan de los mejores materiales didácticos, atendiendo directamente las necesidades manifestadas por los mismos durante su proceso de aprendizaje, supervisando, guiando y evaluando, es decir, velando por su formación permanente. En segundo lugar, es misión del profesorado contribuir a la investigación, tanto en los campos propios de especialización académica como en las líneas institucionales, dirigidas a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la universidad.

Entonces, particularmente la misión del docente en la educación a distancia, no sólo consiste en la preparación del material de estudio necesario para el avance del aprendizaje del alumno, sino también en la acción permanente de supervisar, guiar y evaluar su formación, es allí en donde aparece la figura del tutor y las tutorías.

La función tutorial consiste en la relación orientadora de uno o varios docentes respecto de cada alumno en orden a la comprensión de los contenidos, la interpretación de las descripciones procedimentales, el momento y forma adecuados para la realización de trabajos, ejercicios o autoevaluaciones, y en general para la aclaración puntual y personalizada de cualquier tipo de duda (Padula, 2002).

Lo que aparece con más constancia en la definición de la tarea de tutor es la idea de guía, la que se materializa a través del acompañamiento, la información y el asesoramiento. El rol del tutor se centra en el aprendizaje y no en la enseñanza, elaborando estrategias adecuadas a las necesidades de los alumnos, por esto es que debe ser un animador del aprendizaje (Lugo, 2003).

Se entiende entonces, que el tutor no se puede definir solamente como una fuente de información y un facilitador del aprendizaje del alumno, sino que debe cumplir un rol más importante, el de formador permanente, formación técnica y profesional, e incentivador del desarrollo del criterio propio del alumno.

Es así que se han organizado tutorías virtuales y presenciales, muy sencillas, tales como el seguimiento y la corrección de la resolución de ejercicios y problemas correspondientes a las actividades prácticas; orientando al alumno en los pasos a seguir, en los criterios a adoptar, o el planteo de las soluciones a problemas propuestos. La tarea de los tutores ha consistido, principalmente, en la orientación y seguimiento de la resolución de ejercicios simples, al principio, y problemas y casos específicos de aplicación en el campo profesional del Ingeniero Civil. Estos últimos, en general, se han planteado ajustados a casos reales, con algunos datos propuestos por la cátedra y otros que deben adoptar y/o estimar los alumnos. Para completar la conceptualización total de la Hidráulica y concientizar respecto de la importancia del recurso

AGUA en la región árida a la que pertenece la provincia de Mendoza, también se han organizado prácticas de laboratorio presenciales, en las que se han modelado a escala reducida el escurrimiento del agua en distintas conducciones, y por último visitas de campo a la red de riego del Oasis Norte de la Provincia de Mendoza, en la que el alumno tiene contacto directo con las obras cuyo diseño debe aprender.

Se ha organizado la tutoría virtual en grupos de no más de 10 alumnos por tutor, estableciendo como medios principales de comunicación los foros de discusión y el correo electrónico, ambos dentro del mismo campus. Los alumnos han aprovechado mucho la segunda herramienta para comunicarse con el equipo docente, sus tutores y entre sí, pero les costó habituarse al uso de la primera. Dichas comunicaciones consisten de consultas respecto de cómo resolver algún ejercicio o problema, incluyendo alguna que otra pregunta conceptual importante. No obstante, esa posibilidad de contacto virtual permanente entre tutor y alumno, éstos últimos también asisten a las clases de consulta presenciales de todos los docentes de la asignatura, sobre todo para discutir dudas respecto del material de estudio.

Como conclusión, y teniendo en cuenta las necesidades detectadas, se considera que la tutoría en un sistema de dictado semipresencial debe ser una combinación del acceso a la tecnología brindada por el campus virtual, complementada con la asistencia permanente y presencial de los docentes, sobre todo en lo que hace a la experiencia profesional de los mismos.

2.3. Evaluación del estudiante

En cuanto al tercer nivel de interacción en la mediación de la relación docente-alumno en la educación a distancia o semipresencial, se ha establecido la necesidad de que las evaluaciones sean presenciales. Y además, las mismas están compuestas principalmente de contenido eminentemente práctico, de modo que se pueda monitorear el nivel de aprendizaje conceptual alcanzado y la competencia de resolver problemas relacionados a la hidráulica, principalmente. Se han planificado cuatro evaluaciones parciales obligatorias, cada una abarca dos, de las ocho, unidades del programa analítico de la asignatura, y están compuestas principalmente de ejercicios y/o casos a resolver aplicando los conceptos incluidos en cada evaluación. La aprobación de cada evaluación parcial exigía un puntaje mínimo de 60 sobre 100 puntos.

3. Implementación de la modalidad semipresencial

Desde marzo de 2006 se ha implementado la modalidad semipresencial en la asignatura, iniciando con una capacitación de los alumnos en el uso del campus virtual, luego definiendo el alcance de la modalidad y las obligaciones que les corresponden, tanto a los alumnos, como a los tutores y docentes.

Durante el año lectivo 2006 con 22 alumnos voluntarios en total, entre alumnos recursantes y alumnos que cursaban por primera vez, se dio inicio a la experiencia. Durante el año 2007, 16 alumnos optaron por la modalidad semipresencial, entre los cuales también se incluyeron ambos tipos de alumnos, mientras que en los años siguientes la modalidad semipresencial sólo fue desarrollada para los alumnos recursantes, como una estrategia especial para ellos, incluyendo 33 alumnos en el año 2008, la misma cantidad de 19 alumnos para los años 2009, 2010 y 2011, y 23 alumnos para el año 2012.

4. Resultados obtenidos en la implementación

Para analizar los resultados obtenidos en la implementación de la modalidad semipresencial diseñada, se ha adoptado como indicador la cantidad de alumnos que aprueban la asignatura en cada año lectivo, ya que esa

es la única manera de no “recursar”. Una forma de medir la eficiencia de esta nueva modalidad es analizar el comportamiento del número de alumnos que aprueban la asignatura y el número de alumnos inscriptos como recursantes en cada año lectivo. En la Tabla 2 se resume, con la misma estructura de datos de la Tabla 1, el desarrollo en el tiempo de la implementación de la modalidad semipresencial diseñada y expresada en cantidad de alumnos de cada categoría de datos incluida.

Analizando los datos de la Tabla 2 se puede destacar que, en general, la modalidad semipresencial no ha aumentado sensiblemente la proporción en la obtención de las regularidades, o sea que, la implementación de la semipresencialidad no ha aportado grandes cambios en la etapa de obtención de la regularidad. Pero sí se aprecia una disminución progresiva en el número de alumnos recursantes a partir del 2006, año en el cual se implementa la modalidad semipresencial, tal como puede verse en la línea de tendencia media móvil de la Figura 1. También se puede ver en las líneas de tendencia media móvil de la Figura 2 que a partir del año 2006, el porcentaje de alumnos aprobados ha aumentado y el porcentaje de alumnos que no presentan EF ha disminuido.

Tabla 2. Cantidad de alumnos desde el año 2006 hasta el año 2011
Fuente: Registros propios de la Asignatura

Año lectivo	Alumnos inscriptos en total	Alumnos recursantes inscriptos	Alumnos regulares	Alumnos Aprobados	Alumnos no aprobados	Alumnos Ausentes en EF	Alumnos sin EF	Alumnos libres (AL)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2006	69	35	49	23	0	1	25	1
2007	47	26	35	15	3	1	16	5
2008	61	33	47	28	0	0	19	1
2009	49	19	25	11	0	1	13	3
2010	44	19	35	25	1	0	9	1
2011	49	19	31	17	0	0	14	0
2012	50	23	35	12*	0	1	22*	3

*LA REGULARIDAD OBTENIDA EN 2012 ES VÁLIDA HASTA FEBRERO DE 2014

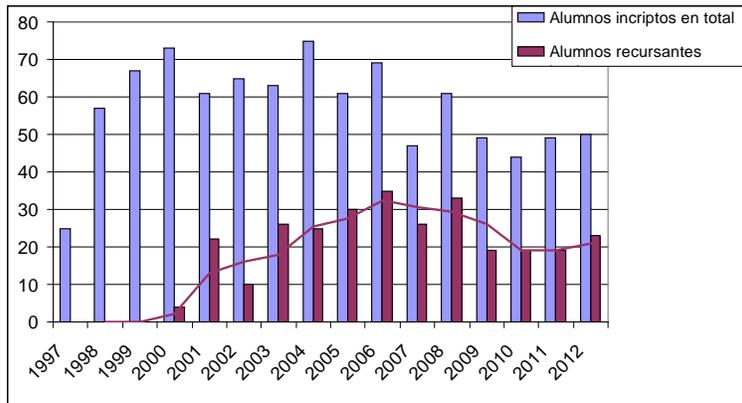


Figura 1. Número de alumnos inscriptos y recursantes desde 1997 y hasta 2012

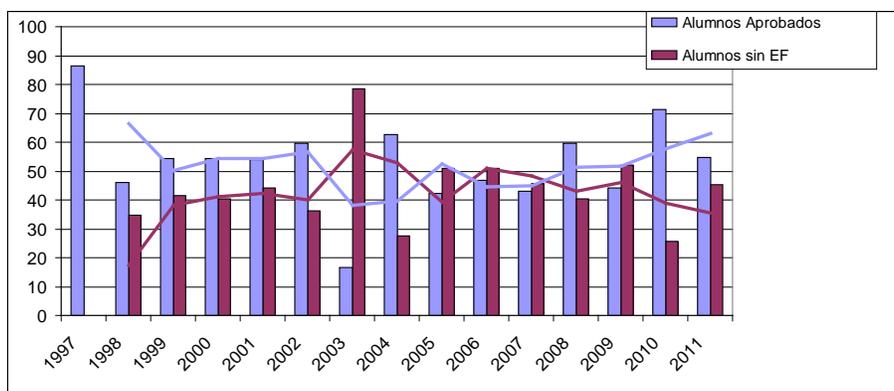


Figura 2. Porcentaje de alumnos aprobados y sin EF desde 1997 y hasta 2012

5. Conclusiones generales

Los datos analizados en el título anterior implican que, en general, la modalidad semipresencial no incide demasiado en la mejora de resultados en cuanto a la obtención de la regularidad de los alumnos, pero sí manifiesta una mejoría en los porcentajes de aprobación del EF, lo que evita que el alumno “recurse”.

El aumento progresivo del porcentaje de alumnos aprobados es el resultado más importante de la innovación implementada, ya que ello implica la disminución progresiva del número de recursantes año a año, y precisamente este aspecto es el motivo por el cual se implementó la modalidad semipresencial. Analizando detenidamente estos resultados, se puede considerar que la disminución del número de alumnos que no presentan EF de la asignatura, se debe a que la modalidad semipresencial exige un estudio continuo e independiente de la misma y colabora bastante a tomar la decisión de presentar el EF en tiempo y forma, ya que con un esfuerzo adicional final se puede obtener la aprobación de la misma.

Por último, se deja constancia de la importancia de las tutorías presenciales y virtuales, debido a las características particulares de los contenidos de los planes de estudio de las carreras de ingeniería. Los que implican una necesidad de mayor contacto entre profesor y alumno para allanar las dificultades, para ofrecerle herramientas que le ayuden en su aprendizaje, para hacerle comprender la utilidad y aplicación en el campo de la ingeniería de los conceptos impartidos en los espacios curriculares de las ciencias y tecnologías básicas, para impartirle las premisas fundamentales del diseño, proyecto y cálculo en la ingeniería, para incentivar la aplicación de su propio criterio y creatividad en la resolución de casos y problemas, y por último, y no menos importante, hacer tomar conciencia a los alumnos de la importancia del ejercicio responsable de la profesión, ya que no se puede olvidar que “la misión de la Universidad es preparar a los alumnos para ser profesionales y, deseablemente, personas con criterio en el mundo real”, (Romana Ruiz, 2007).

6. Referencias

- Barrantes Echavarría, R. (1992). Educación a Distancia. EUNED. San José de Costa Rica.

- Dirección de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. (2003). Plan de Estudio de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Duart, J.M. & Sangrà, A. (2000). Aprender en la virtualidad. Editorial GEDISA. Barcelona. España.
- Infante, P. (2006). Adaptación e implementación de la modalidad a distancia en el dictado de la actividad curricular “Hidráulica General”, Experiencias Docentes en Ingeniería. En Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (V CAEDI: 2006, Mendoza). Trabajos presentados Volumen II, pp 1145-1152. Mendoza. Argentina.
- Lugo, M.T. (2003). Las Tutorías: un indicador de éxito de la Educación por Internet. [http://www.elprincipio.com/teleformacion/junio2003/index2.shtml].
- Padula, J.E. (2002). Contigo en la distancia. El Rol del tutor en la Educación NoPresencial.[http://www.uned.es/catedraunesco-d/publicued/pbc08/rol_bened.htm].
- Romana Ruiz, M.G. (2007). La dedicación de un Profesor de Universidad (al menos de Ingeniería). Revista de Obras Públicas (3.480), 75-80. Madrid. España.

Sobre los autores

- **Patricia Susana Infante:** Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Ambiental de Universidad Nacional de Cuyo. Profesor Titular Efectivo del Área Hidráulica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. pinfante@fing.uncu.edu.ar.
- **Alejandra Punta:** Ingeniero Civil, Magister en Ingeniería Ambiental de Universidad Nacional de Cuyo. Ayudante de Primera del Área Hidráulica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. apunta@uncu.edu.ar.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)