

# Como motivar a la utilización de TICS´ en el desarrollo de la asignatura Mecánica del Sólido en Ingeniería Mecánica

Ana María Meroi<sup>1</sup>, Guillermo Luján Rodríguez<sup>1,2</sup> & Ricardo Ponso<sup>1</sup>

(1) *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario*  
*ammeroi@fceia.unr.edu.ar, glr@fceia.unr.edu.ar, gemini@fceia.unr.edu.ar*

(2) *Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica*

**RESUMEN:** Las TICS´ facilitan utilizar metodologías pedagógicas de integración entre situaciones reales y contenidos temáticos cuyos conceptos dan fundamentos teóricos científicos a los fenómenos en estudio, además de permitir una permanente comunicación en el curso. En este trabajo se presenta la experiencia de introducir la aplicación de una plataforma y clases con proyección del material, en el desarrollo de la asignatura Mecánica del Sólido en la carrera de Ingeniería Mecánica. Se pueden admitir como problemas, por un lado, el tipo de material educativo a utilizar y por otro, cierta resistencia por parte de los alumnos a utilizar la computadora como recurso para obtener el material de seguimiento de la asignatura y como medio de comunicación. En cuanto al material que se aporta, se busca no tecnificar lo tradicionalmente usado, asumiendo la facilidad que presenta la informática de mostrar aplicaciones reales, gráficos, videos y realizar actualizaciones aceptando incluso el valioso aporte de parte de los estudiantes. En algunos casos los alumnos, si bien utilizan la computadora de manera recreativa, no tienen el hábito de consultar correos y actualizaciones en temas de estudio, en otros no disponen de computadora permanentemente, especialmente los que no son de Rosario, a pesar de las posibilidades que brinda la institución en los laboratorios habilitados para ellos. Para familiarizar al estudiante amigablemente con las TICS´ de manera gradual y motivadora se comienza con comunicaciones vía e-mail antes de que comiencen las clases a la lista de alumnos inscriptos. Como se está en proceso de construcción en base a experimentación, es de gran valor el recabado de opinión de los alumnos.

**PALABRAS CLAVES:** TICS´, integración, comunicación, motivación, opinión.

## 1 FORMACIÓN DEL PROFESIONAL

La realidad actual lleva a plantear la necesidad de formar profesionales motivados por el aprendizaje permanente y el trabajo colaborativo, sin dejar de lado un marco de principios éticos y morales. Lo antes mencionado, demuestra que el profesional de la ingeniería debe saber buscar y procesar información permanentemente, para intervenir en procesos de toma de decisiones y saber desempeñarse de manera individual o en grupos, en un medio de fronteras diluidas, con estándares de rendimientos globales y coexistencia de distintas realidades, destacando que la informática provee una fuerte herramienta para dicho proceso. Se propone mostrar la experiencia en la asignatura Mecánica del Sólido promoviendo el desarrollo de las competencias asociadas a lo antes mencionado, con aplicación de metodología de integración motivando la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación “TICS”.

### 1.1 *El hombre y la tecnología*

El hombre como ser pensante, desde sus comienzos modifica el medio que lo rodea, adecuándolo a sus necesidades, creando un nuevo medio, dentro del cuál se redefine. Lo mismo ocurre con el avance de la tecnología, si bien el hombre la crea y desarrolla, ésta se incorpora en el pensamiento, avanzando sobre desarrollos anteriores.

### 1.2 *Integración y competencias*

La formación educativa no permanece ajena a la influencia del avance de la tecnología, haciendo un uso adecuado de la misma, especialmente, disponer de recursos TICS´ permite replantear las modalidades didácticas, para generar realmente una integración entre los contenidos temáticos de las asignaturas y la realidad de los fenómenos o desempeño profesional, atendiendo a que la educación debe estar basada en el desarrollo de

competencias actitudinales y aptitudinales, ya que la adquisición de conocimiento por contenidos en sí, pueden quedar obsoletos en poco tiempo (Tobón, 2006). Según Perrenoud y Le Boterf se puede precisar que: “Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”. Según Andrew Pytel y Jaan Kiusalaas en el libro “Estática” “la ingeniería es la aplicación de las ciencias físicas y matemáticas (física, química y biología) al diseño y fabricación de objetos para beneficio de la humanidad. Diseño es el concepto clave que distingue a los ingenieros de los científicos. De acuerdo con el consejo de acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology), el diseño en Ingeniería es el proceso de generar un sistema, un componente o un proceso para satisfacer ciertas necesidades”

Es de destacar que una propuesta de formación en base a desarrollo de competencias requiere adecuar el material didáctico y las actividades a realizar.

## 2 ASIGNATURA A PRESENTAR

Mecánica del Sólido es una asignatura de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Rodario, articula conceptos de materias del área de las Ciencias Básicas con aplicaciones a situaciones similares a las que se encuentran en el desempeño de la actividad profesional. Como su nombre lo indica se estudia el comportamiento del sólido como sistema mecánico bajo la acción de esfuerzos. En la primera parte de la asignatura el análisis se realiza desde los temas de la Estática y en la segunda parte desde la Mecánica de los Materiales. Estos temas corresponden a la Mecánica, que es la parte de la Física que estudia los cuerpos y fluidos en estado de reposo o movimiento. Lo antes mencionado pone en evidencia que la materia tiene fuerte fundamentación en temas de Física y Matemáticas, además los contenidos tratados se replantean posteriormente, particularmente en asignaturas como “Cinemática y Dinámica” y “Elementos de Máquinas”, con las que se busca una importante integración.

## 3 MOTIVAR LA UTILIZACIÓN DE TICS´

### 3.1 Introducción

Para motivar la utilización de TICS´ en los estudiantes, antes de que comiencen las clases se comenzó a enviar mails a la lista de alumnos inscriptos a la asignatura Mecánica del Sólido, haciéndoles conocer las características de la materia, programa, posibilidades de seguimiento de la misma para aprobarla, etc. Abriendo un espacio de comunicación. Como se iba teniendo respuestas, se envió el primer fascículo de la materia, por lo que el primer día de clase casi la mayoría del curso contaba con el material. Es importante que los alumnos concurren con el material de apoyo, porque son apuntes para completar en clase y hacer actividades sobre los mismos. El mismo material se proyecta y se va trabajando, manteniendo la atención y asistencia de los alumnos.

Durante un primer período de clases del presente cuatrimestre, se tuvo una fuerte comunicación vía mail, por lo tanto para mantenerse actualizados con el seguimiento de la materia, de alguna manera todos tienen que realizar consultas, observándose cooperación y colaboración entre los compañeros, ya que no todos disponen de PC habitualmente. Este procedimiento fomentó el hábito de comunicación por medio informático, por lo que se comenzó la experiencia de utilizar una plataforma en la asignatura. Como desencadenante motivador, se llama a suscripción para lo cuál se hace una charla introductoria para dar las instrucciones de suscripción y de manejo, pero al mismo tiempo se propone un pedido de opiniones por este medio sobre un determinado tema de seguimiento de la materia. Cabe mencionar que aprovechando la posibilidad de conexión a Internet desde el aula, permite utilizar el material disponible en la plataforma dentro del espacio presencial.

Con satisfacción se observó en la plataforma que a las 24 horas del lanzamiento casi el 50 % de los alumnos figuran suscriptos, ingresando sus datos, adosando sus fotografías y algunos comentarios, a pesar de no ser un medio habitual a nivel de cursos de grado universitario, si bien lo es en el nivel de posgrado.

### 3.2 Antecedentes

Desde el año 2007, en el desarrollo de la asignatura Mecánica del Sólido se está utilizando nueva modalidad, se sigue trabajando en base a la experiencia que se va adquiriendo, por lo que se actualiza y prepara permanentemente material y actividades.

Se analizaron las ventajas de utilizar TICS´ en la medida en que se va haciendo cada vez más fácil su acceso, advirtiendo la amplia posibilidad que brindan para integrar imágenes, videos de

situaciones reales, como apertura al tratamiento de contenidos teóricos de la asignatura que les dan fundamentos, poner a disposición de los alumnos el material para el seguimiento de las clases, las guías de las actividades, la facilidad de la comunicación permanente entre los integrantes del curso (sin descartar las consultas personales, que también hacen al aporte de integración), solicitar opiniones acerca del desarrollo de algún tema, una actividad, un procedimiento, trabajar de manera colaborativa, integrar material aportado por los alumnos, etc. No se puede negar que se observó cierta resistencia por parte de algunos alumnos a involucrarse con esta tecnología para el seguimiento de la asignatura, que en general correspondía a estudiantes que al no ser de esta ciudad, no disponen de computadoras en los lugares de alojamiento, y no tienen el hábito de utilizar las máquinas disponibles en los laboratorios habilitados en la facultad, en otros casos simplemente, no acostumbran a consultar por temas de seguimientos de asignaturas, aunque utilizan la PC para comunicación o consulta recreativa.

Del análisis de diferentes modalidades se prefirió utilizar plataforma, y de entre ellas la que está disponible de la Universidad de Rosario que presenta una interfase bastante amena, amigable, y adecuadas aplicaciones para las propuestas de seguimiento de la asignatura.

El material de seguimiento de las clases, los alumnos lo tienen disponible en la plataforma con anterioridad a su desarrollo, lo mismo que las consignas y guías de actividades individuales y colaborativas, y en la clase presencial se proyecta cuando es necesario.

### 3.3 Actividad de integración temática

Como ejemplo se presenta una situación problemática que se presenta como actividad de la asignatura Mecánica del Sólido para analizar en un blog, ya que la herramienta plataforma que se utiliza lo permite, en esta materia desde la Estática trazando diagrama de cuerpo libre, analizando los vínculos con los grados de libertad restringidos y permitidos, en diálogo entre los participantes. Luego, en la asignatura Cinemática y Dinámica, los alumnos deben rescatar la información de esta misma situación y como mecanismo se deducen las ecuaciones y se trazan los gráficos de desplazamientos, velocidades y aceleraciones aplicando un software de matemáticas, manteniendo comunicación permanente con los docentes vía mail. Los estudiantes utilizan como datos todo lo procesado, porque en Elementos de Máquinas se plantea como motorizar dicho mecanismo,

prediseñando las distintas partes, en algunos casos por aproximaciones iterativas, aplicando tabla electrónica, para el cálculo, permitiendo seleccionar las formas más adecuadas.

#### 3.3.1 Ejemplo de aplicación

Dado un portón levadizo de peso  $W$  cuyo esquema se muestra la Figura 1, de 250 cm de altura en el cuál el extremo superior identificado con  $P_1$  se desplaza por una corredera horizontal bajo la acción de la fuerza  $F_{mot.}$ , a una velocidad de 460 cm/seg, y el extremo inferior punto  $P_2$  se desplaza por una corredera vertical.

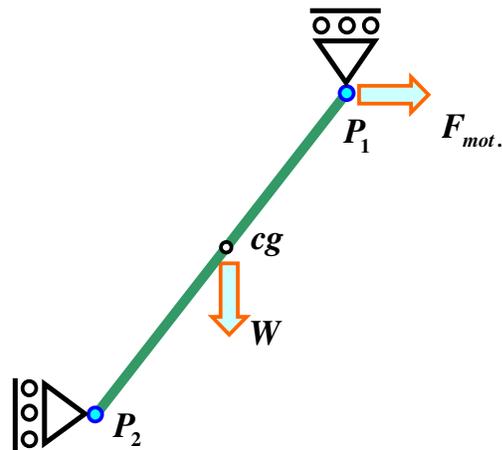


Figura 1. Esquema del portón como sistema mecánico.

El seguimiento de este caso permite, analizar en la asignatura Mecánica del Sólido los grados de libertad permitidos y restringidos de acuerdo a la vinculación, trazar el diagrama de cuerpo libre o aislado bajo la acción del peso propio y las reacciones de vínculos, despreciando en principio el efecto de rozamiento.

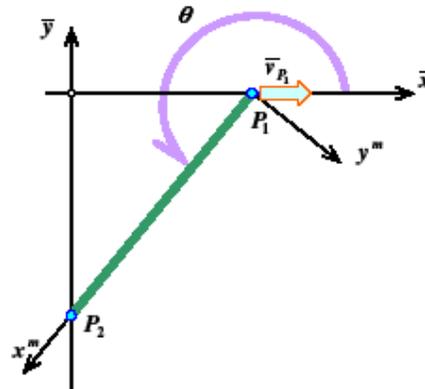


Figura 2. Esquema de la cinemática del portón.

Luego, como aplicación de contenidos de la materia Cinemática y Dinámica, en la Figura 2 se puede observar el diagrama de la cinemática del portón, y se plantean las expresiones para graficar con software de matemáticas, durante el movimiento del mismo, la posición, velocidad y aceleración de los puntos P<sub>2</sub> y del baricentro G. Según Cosalter (1996) se tienen las expresiones (1) y (2), en las que el superíndice f identifica el sistema de referencia fijo y el superíndice m el sistema de referencia móvil, adosado al portón.

$$\begin{bmatrix} x_{P_2} \\ y_{P_2} \end{bmatrix}^f = \begin{bmatrix} x_{P_1} \\ y_{P_1} \end{bmatrix}^f + R^T \begin{bmatrix} x_{P_2} \\ y_{P_2} \end{bmatrix}^m \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} x_{P_2} \\ y_{P_2} \end{bmatrix}^m = \begin{bmatrix} 250 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

La posición del punto P<sub>1</sub> viene dado por las expresiones (3):

$$x_{P_1} = x_{P_1,t=0} + v_{P_1} \cdot t \quad (3)$$

$$y_{P_1} = 0$$

Además, se tiene en (4) la matriz de rotación de coordenadas transpuesta, para hallar las componentes de un vector en una terna que ha girado un ángulo Theta con respecto a la terna general o de referencia en este caso en el plano.

$$R^T = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\text{sen} \theta \\ \text{sen} \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (4)$$

Las expresiones (5) y (6) describen las velocidades de P<sub>2</sub> y del centro de gravedad G, cuyas gráficas se muestran en la Figura 3.

$$\dot{x}_{P_2}^f = v_{P_1} + \dot{\theta}(-\text{sen} \theta) \cdot x_{P_2}^m \quad (5)$$

$$\dot{y}_{P_2}^f = 0 + \dot{\theta}(\cos \theta) \cdot x_{P_2}^m$$

$$\dot{x}_G^f = v_{P_1} + \dot{\theta}(-\text{sen} \theta) \cdot x_G^m \quad (6)$$

$$\dot{y}_G^f = 0 + \dot{\theta}(\cos \theta) \cdot x_G^m$$

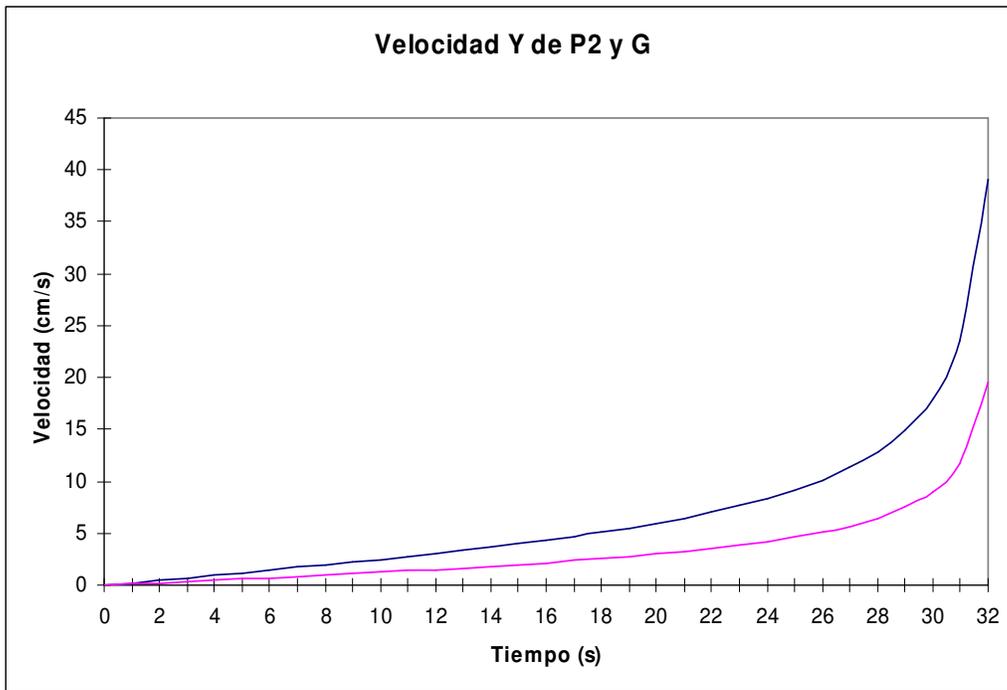


Figura 3. Velocidades de los puntos P<sub>2</sub> (azul) y G (rojo).

Las expresiones (7) y (8) describen las aceleraciones y la Figura 4 el gráfico de los puntos en estudio.

$$\ddot{x}_{P_2}^f = \ddot{\theta}(-\text{sen } \theta) \cdot x_{P_2}^m - \dot{\theta}^2(\text{cos } \theta) \cdot x_{P_2}^m \quad (7)$$

$$\ddot{y}_{P_2}^f = \ddot{\theta}(\text{cos } \theta) \cdot x_{P_2}^m - \dot{\theta}^2(\text{sen } \theta) \cdot x_{P_2}^m$$

$$\ddot{x}_G^f = \ddot{\theta}(-\text{sen } \theta) \cdot x_G^m - \dot{\theta}^2(\text{cos } \theta) \cdot x_G^m \quad (8)$$

$$\ddot{y}_G^f = \ddot{\theta}(\text{cos } \theta) \cdot x_G^m - \dot{\theta}^2(\text{sen } \theta) \cdot x_G^m$$

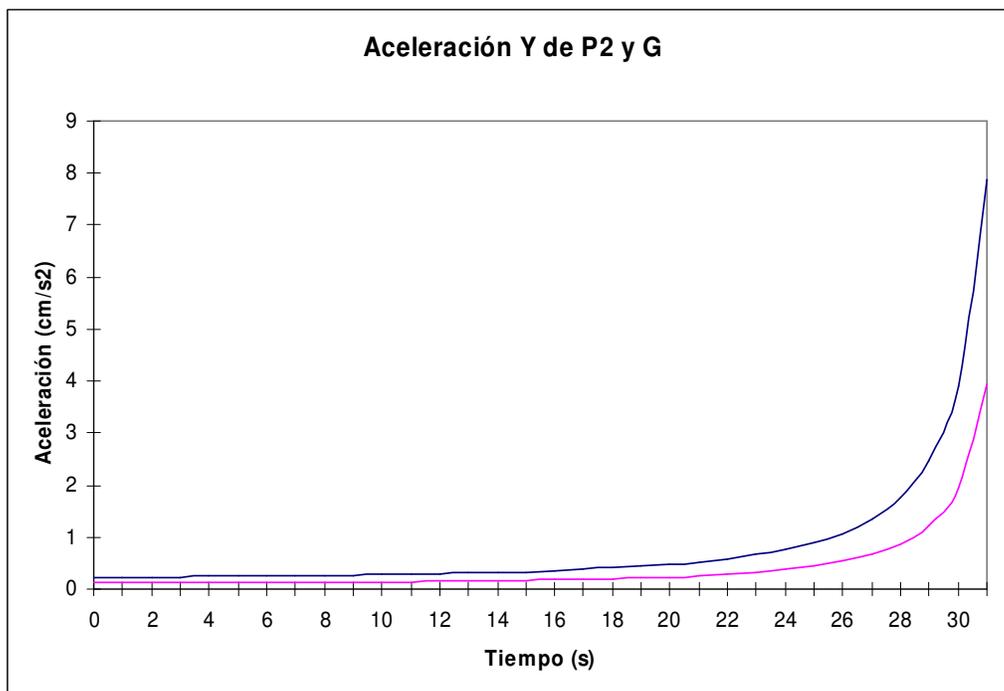


Figura 4. Aceleraciones de los puntos P<sub>2</sub> (azul) y G (rojo).

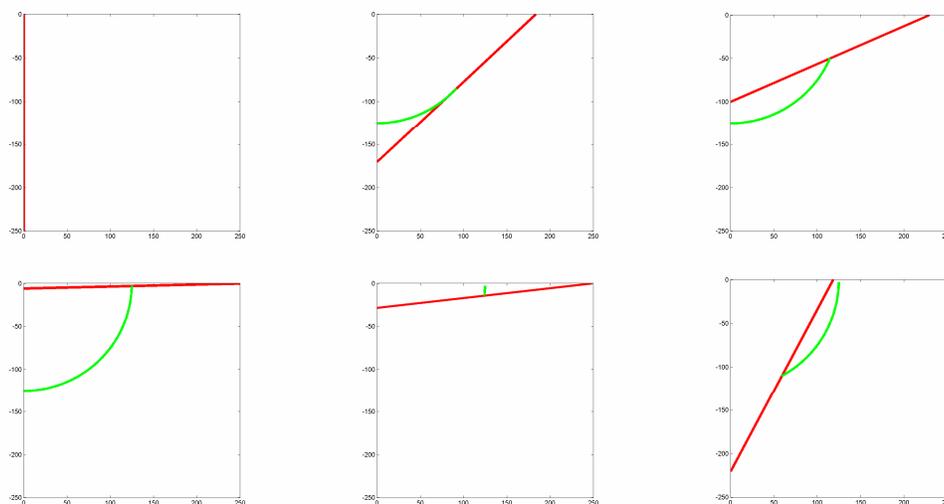


Figura 5. Progresión del movimiento del portón (rojo) y del centro de gravedad G (verde).

En la Figura 5 se pueden ver cuadros instantáneos de lo que es el video de la progresión de la trayectoria del movimiento, en donde la recta en rojo muestra el portón y la curva en verde el centro de gravedad del mismo.

Como se puede concluir con esta aplicación la tecnología en hardware y software es el medio adecuado para el amplio desarrollo y la continuidad en diferentes asignaturas, por ello a continuación se justifica la utilización de la plataforma, y la modalidad en que se está utilizando en Mecánica del Sólido.

## 4 TECNOLOGÍAS HIPERMEDIALES PARA EDUCACIÓN

### 4.1 *El marco general*

Las nombradas tecnologías e-learning actualmente se centran básicamente en el desarrollo de plataformas. Una plataforma en un muy amplio sentido, es un conjunto de herramientas que combina hardware y software para ofrecer prestaciones para la formación en contextos educativos mediados por una red informacional.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se llevan a cabo a través de estas plataformas, las cuales como objeto tecnológico no son otra cosa que un paquete integrado de software alojado en un servidor al cual se accede desde los navegadores de Internet convencionales, sin que el usuario deba instalar en su ordenador ningún programa, y que incluyen variadas herramientas para la comunicación y evaluación integrando la red de dispositivos hipermediales para la construcción de la experiencia pedagógica a través de Internet o de una Intranet (San Martín et al, 2008).

Es un sistema de gestión de la enseñanza (también denominado "Entorno Virtual de Enseñanza-Aprendizaje (EVEA)", learning management system en inglés), es decir, una aplicación diseñada como herramienta para los educadores que permite crear cursos en línea. Estos tipos de sistema a veces son también llamados ambientes de aprendizaje virtual o de educación en línea.

Durante el presente año el Campus Virtual de la Universidad Nacional de Rosario ([www.puntoedu.edu.ar](http://www.puntoedu.edu.ar)) adoptó la plataforma Moodle ([www.moodle.org](http://www.moodle.org)), dada sus prestaciones e inserción internacional en los ámbitos de educación superior.

Moodle es una plataforma e-learning desarrollada bajo la filosofía de software libre y tiene relativamente una creciente base de usuarios.

Moodle es una aplicación web que puede funcionar en cualquier computadora en el que pueda correr PHP, y soporta varios tipos de bases de datos (en especial MySQL). Fue creado por Martin Dougiamas, quien trabajó como administrador de WebCT en la Universidad Curtin, bajo una perspectiva pedagógica constructivista. Dicho sistema ha venido evolucionando desde 1999 y nuevas versiones siguen siendo producidas. La palabra Moodle era al principio un acrónimo de Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular), lo que resulta fundamentalmente útil para programadores y teóricos de la educación. También es un verbo que describe el proceso de deambular perezosamente a través de algo, y hacer las cosas cuando surgen con el sentido de desplegar la creatividad sin forzamientos. Las dos acepciones se aplican a la manera en que se desarrolló Moodle y a la forma en que un estudiante o profesor podría aproximarse al estudio o enseñanza de un curso en línea. Todo el que usa Moodle es un moodler.

Esta plataforma se distribuye gratuitamente como software libre bajo la licencia GPL de GNU.

Una de las ventajas más destacables de los plataformas actuales con respecto a otras modalidades de enseñanza a distancia mediadas por el modo transmisión (correo tradicional, páginas web, blogs, etc) es la posibilidad de una mayor interacción tanto de los estudiantes entre sí como de los estudiantes con los docentes. Esto facilita cualitativamente la posibilidad de plantear el trabajo colaborativo y la participación en tiempo sincrónico y asincrónico como estrategia didáctica.

Actualmente los servicios ofrecidos por moodle son variados, entre ellos podemos encontrar: Administración y gestión del curso: inscripción, lista de participantes y profesores, calendario, consulta de calificaciones, etc. , mensajería y correo electrónico entre todos los participantes, herramientas para trabajo colaborativo como: foros, chat, wikis, etc., acceso a catálogos, glosarios y bibliotecas en línea, sistemas de registro y seguimiento de alumnos, sistemas de evaluaciones.

### 4.2 *Organización del espacio virtual para la asignatura Mecánica del Sólido*

A continuación, se explica las características más significativas del diseño del espacio virtual, configurado a partir del programa de la materia "Mecánica del Sólido" correspondiente al año 2008, que se viene preparando desde el año

anterior:

- Se adoptó el formato de presentación por semanas (16 en total), colocando en cada una de ellas el material que luego se trabajarían en el ámbito presencial, ver figura 5.
- Los alumnos al inscribirse parecen listados como participantes, pudiéndose acceder a sus datos, lográndose que se conozcan y se agiliza la comunicación entre sí, ver figura 6. Además figura cuando fue la última intervención de cada uno a la plataforma.
- Como modalidad para agilizar la comunicación dentro del sitio se configuró la herramienta Intermail, que posee una interfase similar a cualquier sistema de correo electrónico.
- Se dispuso un Chat para el intercambio comunicativo sincrónico entre los participantes que se encuentran on line (moodle muestra los usuarios en línea).
- Se diseñaron foros de discusión específicos, en este caso, el alumno no sólo podía contestar las preguntas que formulaba el docente, sino introducir sus propias dudas o temas de interés, fotografías, etc., como se aprecia en la Figura 7.
- Como complemento de los materiales educativos expuestos en la plataforma, se incluyeron links hacia otros sitios web.
- Se colocaron a disposición de los usuarios, artículos ampliatorios de las unidades temáticas y las biografías de los autores relevantes.
- Se incluyó un sector de Novedades para publicar eventos de interés.
- Se configuró la herramienta calendario donde los alumnos podían consultar la actividad a realizarse y la bibliografía que debían estudiar, así como incluir recordatorios personales.



Figura 5. Cronograma de la asignatura.

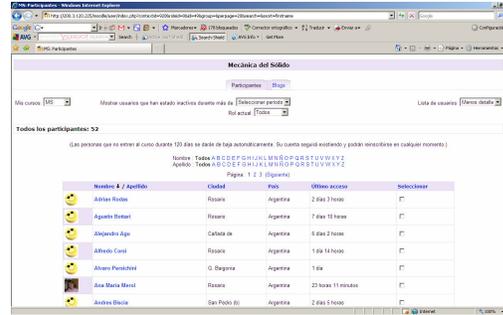


Figura 6. Participantes en la plataforma.

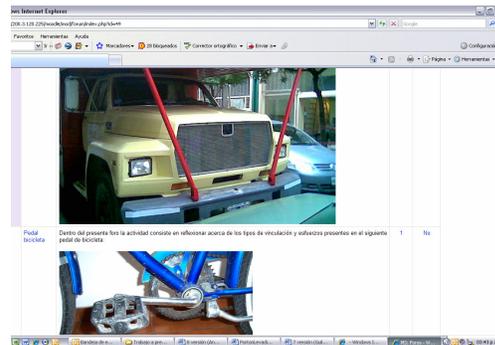


Figura 7. Presentación de casos en blog.

### 4.3 Recabado de opinión

Utilizando las posibilidades de consulta dentro de las actividades que ofrece la plataforma que se está utilizando, se está llevando a cabo una solicitud de opinión, acerca de las dificultades que ofrecen los diferentes contenidos de la asignatura, acerca de la modalidad aplicada para el desarrollo y los requisitos para la evaluación final de la asignatura.

## 5 CONCLUSIÓN

Atendiendo a la observación citada en la introducción de la presente publicación, que “la realidad lleva a plantear la necesidad de formar profesionales motivados por el aprendizaje permanente y el trabajo colaborativo, sin dejar de lado un marco de principios éticos y morales”, este modo de trabajo mediado por tecnología, lo consideramos aceptable. Por un lado se buscó una manera gradual y motivadora para que los alumnos y docentes se vayan introduciendo, salvando resistencias y dificultades, como la realidad de desempeño profesional presenta, fomentando el desarrollo de competencias de aprendizaje, participación, colaboración, manteniendo un ámbito de comunicación y trabajo prolijo, de respeto y seriedad.

## 6 REFERENCIAS

- Cosalter, V., *Meccanica Applicata alle Macchine*, Progetto, Padova, 1996.
- Garibay, M.T., Meroi, A.M., *Diseño de un proyecto didáctico flexible elaborado a los fines del logro de competencias desde la asignatura Estabilidad y Resistencia de Materiales de la carrera de Ingeniería Industrial*, FCEIA UNR, Rosario, 2006.
- Le Boterf, G., *Ingeniería de las Competencia*, Editorial Gestion, España, 2000.
- Perrenaud, P., *10 Novas competencias para enseñar*, ArtMed Editora, Portoalegre, 2000.
- Pytel, A. ; Kiusalaas, J., *Estática*, International Thomson Editores, México, 1999.
- San Martín, P.; Sartorio, A.; Guarnieri G.; Rodríguez, G., *Hacia un dispositivo hipermedial dinámico. Educación e investigación para el campo audiovisual interactivo*, Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Bernal, 2008.
- Tobón, S., *Formación Basada en Competencias – Pensamiento Complejo, Diseño Curricular y Didáctico*, Ecoe ediciones Ltda., Bogotá, 2006.