



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

EI APRENDIZAJE, LA UNIVERSIDAD Y LA UTILIZACIÓN DEL TIEMPO

Mg. Ing. Sonia Pastorelli ⁽¹⁾, Ing. Humberto Pampiglioni ⁽²⁾, Lic. Sandra Ramirez ⁽³⁾, Ing. Eva S. Casco ⁽⁴⁾

Facultas Regional Santa Fe-
Universidad Tecnológica Nacional
Lavaisse 610 Santa Fe Argentina
TE +54 342 4601579 - 2390 - Fax: 4690348

- ⁽¹⁾ *Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610- Santa Fe
e-mail: spastorelli@frsf.utn.edu.ar,*
- ⁽²⁾ *Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610- Santa Fe
e-mail: hpampigl@frsf.utn.edu.ar*
- ⁽³⁾ *Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610- Santa Fe
e-mail: scamirez@frsf.utn.edu.ar*
- ⁽⁴⁾ *Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610- Santa Fe
e-mail: ecasco@frsf.utn.edu.ar*

RESUMEN

Díaz-Barriga (2006)[1] señala que desde hace varias décadas, se ha observado un incremento de la búsqueda de modelos educativos alternativos que permitan atender la necesidad de desarrollar - desde la universidad - las capacidades para adaptarse al cambio y la diversidad tecnológica, fomentar la creatividad y la capacidad para contribuir a la innovación, el trabajo en equipo y la comunicación.

En la cátedra de Análisis Matemático II hemos incorporado como actividad curricular el desarrollo de trabajos en grupo, utilizando sistemas algebraicos de cómputos. Como formadores pretendemos que estos proyectos mejoren tanto la comprensión de la asignatura como sus habilidades básicas y sociales (comunicación escrita y oral, manejo de ordenadores e idioma extranjero, gestión de la información, toma de decisiones, trabajo en grupo, capacidad de motivar, de escuchar y dirigir, entre otras).

Describir escenarios de aprendizaje propiciados por las nuevas tecnologías nos ayudará en el diseño y creación de ambientes de aprendizaje adecuados a las nuevas coordenadas espacio-temporales, a los nuevos objetivos educativos, etc., de tal forma que podamos comprender cómo los cambios afectan a los estudiantes, profesores, centros y a la comunidad. Salinas (1.997) [2]

Como investigadores y parte de esta experiencia buscamos indagar si el desarrollo de un trabajo de laboratorio integrador propicia optimizar o mejorar el uso del tiempo y/o mejora el rendimiento académico. En este contexto el uso del tiempo por parte del estudiante, es una de las variables fundamentales en su formación final.

Palabras Claves: SAC (sistemas algebraicos de cómputos) – Proyectos – Calidad.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudiosos del tema coinciden en señalar que el movimiento de las competencias habría empezado a principio de los años 70, con los cambios acaecidos en el mundo globalizado. Desde que en 1973 McClelland (1973) [3], definiera competencia como “aquello que realmente causa un rendimiento superior en el trabajo”, el concepto ha contado con distintas acepciones.

Para McLagan (1998) [4] hay tres grupos de definiciones: 1) las que tienen en cuenta las tareas, resultados o cometidos es decir, la situación o contexto, 2) las que tienen en cuenta los atributos o características de las personas que las realizan (conocimientos, habilidades y actitudes) y 3) las que combinan los dos enfoques anteriores.

Puede concluirse entonces que el término competencia es sinónimo de la capacidad para resolver problemas en determinado contexto. Cuando el contexto es profesional, suele hablarse de “competencia profesional”.

Actualmente se exige al futuro profesional, en nuestro caso ingenieros, que su trabajo sea un aporte para lograr los objetivos de la organización. Abandonar los principios de división técnica del trabajo (bases del fordismo y del taylorismo) implica un gran desafío, lo que lleva a redefinir necesariamente las habilidades y conocimiento de los trabajadores. “El cambio incluye el desplazamiento de la división del trabajo al trabajo en equipo, del trabajo de ejecución al de planificador, del trabajo dirigido externamente al autodirigido, del control ajeno a la responsabilidad propia”. (Mastache, 2007, pág. 25/6) [5].

Hoy el mercado necesita ingenieros no sólo con las capacidades tradicionales (resolver problemas), sino con otras más ambiciosas (anticiparse y prevenir problemas, subordinando las acciones al desarrollo sustentable del medio ambiente). Se requiere del profesional una actitud flexible y abierta como herramienta de adaptación al cambiante contexto, incondicional seguidor de la excelencia; capaz de liderar grupos; de manejar una adecuada comunicación con pares, subordinados y superiores; experto en la interpretación de documentación técnica y de gestión; experimentado para resolver situaciones imprevistas, etc.

Con ánimo de propiciar el desarrollo de estas competencias, en la formación del perfil de nuestros alumnos, desde la cátedra de Análisis Matemático II hemos incorporado como actividad curricular el desarrollo de trabajos en grupo, utilizando sistemas algebraicos de cómputos. Pues como formadores pretendemos que estos trabajos mejoren tanto la comprensión de la asignatura como las habilidades básicas y sociales de nuestros estudiantes. Las competencias a analizar serán habilidades de liderazgo, trabajo en grupo, presentación de informes y habilidades ingenieriles.

La educación basada en competencias proviene de una corriente de pensamiento social contemporáneo que pone énfasis en la vinculación del sistema educativo y el productivo (Mertens, 1996) [6],

Son varios los autores que proponen desarrollar en paralelo, en el aula, las competencias de orden tecnológico y las competencias de orden psicosociales o de orden práctico (las que hacen a los aspectos personales, interpersonales y sociales); aún cuando esto supone un gran desafío para docente e instituciones.

El desarrollo de las competencias psicosociales presenta dificultades, en especial en el ciclo universitario, porque durante mucho tiempo no fueron consideradas estrictamente como objeto de enseñanza y aprendizaje.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) propone una estructura curricular que contempla durante el ciclo general de conocimientos básicos, la inclusión de un área para el desarrollo de

conocimientos y destrezas éticas. Se espera que en matemática desarrollen las competencias para formular y resolver problemas tanto como las habilidades que empleen tecnologías y las comunicativas.

Como contrapartida, ingresan a la universidad jóvenes cada vez menos preparados a estas exigencias, poco acostumbrados a gestionar su fuente de información y con serias dificultades para trabajar en equipo.

Muchos informes sobre las capacidades de los aspirantes al ingreso a la Universidad dan cuenta de sus falencias a la hora de interpretar consignas, analizar o sintetizar información.

Sin embargo, aunque los nuevos diseños curriculares apuestan a una formación que priorice la adquisición de competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas (Vila y Poblete, 2007) [7] la puesta en práctica de los mismos implica para los docentes una revisión de sus acciones en pos del proyecto.

Según los autores Gaskin y Elliot (2002) [8] la intención principal del docente es favorecer la internalización de habilidades cognitivas matemáticas utilizando estrategias como entradas al conocimiento.

En tal sentido, dentro del departamento de matemática y en especial en el área de las asignaturas del Cálculo, desde hace unos años se trabaja utilizando sistemas algebraicos de cómputos, con el objetivo de indagar si el uso del mismo mejora tanto la comprensión de conceptos como el desarrollo de algunas competencias que se le exige a los futuros profesionales. Es oportuno destacar que el uso de estos softwares es una exigencia curricular, dado que la enseñanza de la matemática debe ser “motivada y no axiomática” y que “los trabajos prácticos de todas las materias del área matemática serán realizados en computadora, utilizando softwares especializados que permitan manejo numérico, simbólico, gráfico y de simulación” (resolución 64/94 del CS de la UTN). Más allá de esta imposición, en esta experiencia se pretende evaluar si la incorporación de esta herramienta en la enseñanza favoreció el desarrollo de las competencias profesionales requeridas a los futuros ingenieros por el mercado laboral actual.

2. LA EXPERIENCIA

Como formadores pretendemos que estos proyectos mejoren tanto la comprensión de la asignatura como sus habilidades básicas y sociales. En tal sentido se ha incorporado, desde hace algunos años, el uso de sistemas algebraicos de cómputos en la enseñanza de la asignatura Análisis Matemático II perteneciente a las cinco ingenierías que se cursan en la Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional. Por cada unidad se desarrolla una clase práctica en el laboratorio, usando el soft Mathematica. En los mismos se trabaja con cuadernos electrónicos desarrollados por docentes de la cátedra y que están disponibles en la página web de la misma.

Se pide a los alumnos que desarrollen durante los meses de cursada dos Trabajos Prácticos de Laboratorio, uno en cada cuatrimestre y que incluyen ejercicios sobre temas desarrollados en clases. Los trabajos son realizados fuera del horario de clases y en grupos de tres a cinco estudiantes. Luego deben presentar un informe del mismo en forma y fecha predeterminadas.

Los trabajos de laboratorio consisten en tres ejercicios, dos de ellos con pautas cerradas para facilitar la corrección (ver uno de ellos en figura 1). Si bien los grupos tienen idénticas consignas, todos los ejercicios resultan ser distintos ya que dependen, en cada grupo, de valores relacionados con el número de legajo de cada estudiante, tal como el que se muestra en la figura 2. Esto es para dificultar la duplicación de trabajos. El tercer ejercicio debe elegirlo el grupo del texto de cátedra (Stewart, 2002) [9].

El informe puede hacerse en formato texto o en el formato del SAC, ya sea en forma digital o impresa. El resultado de la evaluación del trabajo puede ser aprobado (nota mayor o igual a 7), no aprobado (menor a

4) o la posibilidad de rehacerlo (nota mayor o igual a 4 y menor a siete). Las entregas fuera de tiempo son penalizadas con el descuento de dos puntos.

Para regularizar la asignatura el estudiante debe aprobar uno de los dos trabajos de laboratorios propuestos.

Ejercicio 2: Se desea diseñar una vía de ferrocarril para hacer una transición suave entre las secciones de dos vías rectas. Los tramos de las vías pueden ser modelizados a través de la función definida por $f: \begin{cases} \frac{p_{\min}}{10} x & \text{si } 0 \leq x \leq 3 \\ p(x) & \text{si } 3 \leq x \leq 7 \\ \frac{p_{\max}}{10} x + p_{\text{med}} & \text{si } 7 \leq x \leq 10 \end{cases}$, donde $p(x)$ es un polinomio de grado 5. Determinar dicho polinomio para que f sea continua, suave y con curvatura continua en todo su dominio. Graficar f .

Figura 1: uno de los ejercicios del primer trabajo práctico de laboratorio.

Consignas Trabajo de Laboratorio n° 1 año 2009:
Tema: Funciones vectoriales y de varias variables

Cada grupo de entre 3 a 5 integrantes debe resolver los ejercicios. Cada estudiante tendrá asignado el último dígito de la libreta universitaria. Así cada grupo tendrá el conjunto de números $L = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5\}$. Los valores a utilizar son:

- p_{\min} : es el menor de los números de la lista L
- p_{\max} : es el mayor de los números de la lista L
- p_{med} : es el promedio de los restantes números de L.

Figura 2: consignas del Trabajo Práctico de Laboratorio.

3. LA EVALUACION DE LA EXPERIENCIA

Expresamos que como formadores pretendemos que estos proyectos mejoren tanto la comprensión de la asignatura como sus habilidades básicas y sociales (comunicación escrita y oral, manejo de ordenadores e idioma extranjero, gestión de la información, toma de decisiones, trabajo en grupo, capacidad de motivar, de escuchar y dirigir, entre otras).

Como investigadores y parte de esta experiencia en este trabajo, buscamos reportar si el desarrollo de un trabajo de laboratorio integrador propicia optimizar o mejorar el uso del tiempo y/o mejora el rendimiento académico.

Luego, vencida la fecha de entrega del primer trabajo, realizamos una encuesta. La primer parte de la misma recolecta datos tales como, cantidad de horas dedicadas al proyecto, si la entrega fue realizada en tiempo y, de no ser así, las razones a las que le atribuye dicha situación.

La segunda parte basada en una encuesta tipo escala Likert, o sea a través de un instrumento de medición o de recolección de datos que se dispone en la investigación social, para medir las actitudes adoptadas por los jóvenes participantes en esta experiencia. La tercera parte de la encuesta es abierta para que los estudiantes realicen sugerencias o comentarios sobre la cátedra y el trabajo del laboratorio.

El análisis de la primer parte de la encuesta se resume en tabla 1.

Esta exhibe que el 100% de la muestra de 20 de estudiantes pertenecientes a la carrera Ingeniería Industrial entregó el trabajo, aunque el 15 % no lo hizo a tiempo, atribuyéndoselo a dificultades en el manejo del soft o a dificultades conceptuales para el planteo de uno de los problemas. Utilizaron entre 2 y 10 horas para realizar el trabajo. La media de este grupo fue 5,36 horas con una desviación muestral de 2,61 horas.

El grupo de estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas de información, compuesto por una muestra de 18 alumnos utilizó entre 4 y 15 horas, con una media de 9.3 y una desviación de 3,62. El 16,67 % no

realizó el trabajo atribuyéndoselo a la carga laboral o a la superposición con entrega de otras asignaturas. El resto realiza la entrega en tiempo y forma, atribuyéndoselo en general a la capacidad de organización de las tareas entre los distintos integrantes del grupo.

Tabla 1: Resumen de la primer parte de la encuesta.

Ingeniería	Tamaño muestra	Horas dedicadas al trabajo			Porcentaje de Entrega		
		Rango	Media	Desviación	Total	En tiempo	Fuera de tiempo
Industrial	20	[2 , 10]	5,36	2,11	100	85	15
Sistemas	18	[4 , 15]	9,3	3,62	83,33	83,33	0

La segunda parte de la encuesta basada en una encuesta tipo escala Likert, constó de 28 afirmaciones a las cuales los estudiantes podían responder con las opciones “totalmente de acuerdo” (TA), “de acuerdo” (A), “indiferente” (I), “en desacuerdo” (D), “totalmente en desacuerdo” (TD) y “no lo se” (NS).

Se relevarán en este trabajo las respuestas las 14 afirmaciones referidas al uso del tiempo en relación a esta tarea, si la realización del mismo supone una mejora algún aspecto del aprendizaje, y si propició la adquisición de habilidades esperadas en ingenieros. Por falta de espacio se tabulan juntas las respuestas de ambos grupos en la tabla 2. Algunas de las preguntas están enunciadas bajo la forma enunciados favorables (bloques B1 y B3 de la tabla 2) y otros desfavorables (bloque B2 de la tabla 2). Notar que en la encuesta estas afirmaciones se distribuyeron en forma irregular (la primer columna indica el orden en la encuesta). En las escalas Likert a cada respuesta se le otorga un valor numérico, finalmente se suman. Para este análisis se valorizan las formas favorables con 1,5 las TA, con 1 las A, 0 las I, -1 las D, -1,5 las TD. Para las afirmaciones desfavorables se adoptan con signos opuestos (ej. -1 a las A).

Tabla 2: Cantidad de respuestas a cada afirmación (en muestras de alumnos Sistemas e Industrial).

B1	Afirmaciones referidas al aprendizaje	TA	A	I	D	TD	NS
1	Realizar el TL permite mejorar el aprendizaje de la asignatura.	7	22	7	2	0	0
3	Realizar el TL es dificultoso pero permite despejar dudas.	0	21	10	7	0	0
9	Realizar el TL ayuda para aprobar la asignatura.	1	11	14	8	0	4
15	Descubrí varios errores conceptuales haciendo el TL.	1	14	6	8	0	6
24	Realizar el TL permitió auto-evaluarme en los contenidos de AM II.	1	25	10	1	0	1
B2	Afirmaciones referidas al uso del tiempo y responsabilidades						
7	Sería mejor si se recordara varias veces la entrega del TL.	4	10	15	8	0	1
11	Realizar el TL fue una pérdida de tiempo.	2	4	4	26	0	2
20	Dejé la realización del TL para último momento porque me olvidé.	2	4	5	27	0	0
23	El TL desorganizó mi calendario académico.	2	10	12	12	0	2
25	Dejé el TL para último momento porque no sabía hacerlo	1	18	10	9	0	0
B3	Afirmaciones sobre adquisición de hábitos esperados en ingenieros.						
2	Hacer el TL ayuda a desarrollar habilidades de líder	0	17	10	10	1	0
14	El TL permitió mejorar mis competencias sobre el trabajo en grupo	4	10	14	9	0	1
16	Realizar el TL ayuda a que aprenda a presentar informes	1	15	18	3	0	1
22	Realizar el TL mejoró mis habilidades ingenieriles	4	14	9	7	0	4

Para el análisis se promedia para cada pregunta y para cada bloque (el promedio se hace respecto a los que contestan). En la tabla 3 se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 3: Promedios obtenidos (en muestras de alumnos Sistemas e Industrial).

	B1: avances en el aprendizaje						B2: uso del tiempo y responsabilidad						B3: competencias ingenieriles					
	1	3	9	15	14	PB1	7	11	20	23	25	PB2	2	4	16	22	PB3	
Todos	0,8	0,37	0,13	0,24	0,69	0,45	-0,21	0,53	0,53	-0,03	-0,28	0,11	0,15	0,19	0,36	0,38	0,27	
Industrial	0,48	0,25	-0,08	-0,09	0,55	0,22	-0,18	0,06	0,25	-0,22	0,22	0,02	-0,17	0,13	0,39	-0,03	0,08	
Sistemas	1,17	0,50	0,40	0,60	0,83	0,70	-0,25	1,00	0,83	0,17	-0,83	0,18	0,50	0,25	0,33	0,9	0,50	

1: forma favorable, 0: indiferencia; -1: forma desfavorable

La comparación de los datos numéricos obtenidos muestra que los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información han valorado más favorablemente el desarrollo del proyecto que sus pares de Ingeniería Industrial (probablemente debido a que, debido al perfil de la carrera, el primer grupo está más habituado a presentar este tipo de trabajos de laboratorios en otras asignaturas).

Los alumnos de ingeniería Industrial aceptaron más las afirmaciones "Realizar el TL permitió auto-evaluarme en los contenidos de AM II" (promedio 0,55); "Realizar el TL permite mejorar el aprendizaje de la asignatura" (promedio 0,48) y "Realizar el TL ayuda a que aprenda a presentar informes" (promedio 0,39). Se manifestaron indiferentes en los ítems relacionados a adquisición de habilidades ingenieriles, a la aprobación de la asignatura y a la oportunidad para descubrir errores conceptuales.

Los alumnos de Ingeniería en Sistemas de Información aceptaron más las afirmaciones referidas a la mejora de la comprensión, a oportunidad de la autoevaluación pero con mayor aprobación que sus pares (promedios 1,17 y 0,83), pero también valoraron el tiempo invertido en el trabajo (pregunta 11, promedio 1,00) y la mejora de habilidades ingenieriles (pregunta 22, promedio 0,9).

4. CONCLUSIONES

Si bien en este reporte se pretendió evaluar la visión de los estudiantes, como docentes consideramos que este trabajo es un aporte desde el ciclo básico a la formación integral de un futuro ingeniero. Con respecto, al uso de tiempo para el desarrollo de la experiencia, se puede destacar que al comparar los grupos de estudiantes, el primero utilizó menor tiempo para el desarrollo de las consignas, mientras que el segundo llega casi a duplicar la media. De las competencias analizadas, el desarrollar habilidades de líder, el trabajo en grupo, la presentación de la información requerida y las habilidades ingenieriles, los alumnos consideraron positiva la experiencia destacando las competencias relacionadas con habilidades de líder, en la generación de informes y la mejora en las habilidades ingenieriles. Además encontramos un número importante de respuestas indiferentes en el sentido del desarrollo de las competencias, esto nos obliga a analizar y considerar los métodos de enseñanza de forma tal que alumnos puedan desarrollar estas competencias y así como las referidas a enfocar, desde las clases de matemáticas, el análisis de la factibilidad de admisión de respuestas y el "prever los resultados buscados" utilizando un modo de pensar ingenieril. Esto debido a que varios grupos reportaron resultados visiblemente incorrectos, por ejemplo carreteras no suaves, o "picos" incompatibles con el sentido común y hasta una vía ¡discontinua! Enfrentados al error algunas veces hasta se justifican con "fue por un error de signo".

5. REFERENCIAS

[1] Lepeley, M.T. (Ed.). (2001). Gestión y Calidad en Educación. Un Modelo de Evaluación. Santiago de Chile. McGraw-Hill.

- [2] Díaz Barriga, Ángel (2006). "El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?". En: Revista Perfiles Educativos. México: CESU/UNAM. Tercera época, Vol. XXVIII, N° III. p. 7-36.
- [3] McClelland, D. (1973): "Testing for competence rather than intelligence". American Psychologist, 28 (1), 1-14.
- [4] McLagan, P. (1998). "La nueva generación de competencias". Training and development digest, nº p.13-20.
- [5] Mastache, A. (2007) : "Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales". Ediciones Novedades educativas. Buenos Aires.
- [6] Mertens, L.(1996): "Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos" Montevideo. Cinterfor.
- [7] Vila A. & Poblete M. (2007): Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas. Bilbao. España.
- [8] Gaskin I. y Elliot T. (2002): "Cómo enseñar estrategias cognitivas en la escuela". Buenos Aires. Paidós.
- [9] Stewart, J. (2002): "Cálculo Multivariable" 4º edición México. International Thomson Editores.