

## PROPUESTA DE TRABAJO DE CURSO: TIPO DE EVALUACIÓN FINAL PARA LA ASIGNATURA MATEMÁTICA NUMÉRICA EN LA UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Julián Sarria González, Sandy Díaz Ramos, Pedro Victoriano Pérez González, Augusto César Rodríguez Medina, Yimimary Ortega Montoya  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
jsarria@uci.cu, pvperez@uci.c

Cuba

**Resumen.** Esta investigación presenta una propuesta de trabajo de curso como tipo de evaluación final para la asignatura de Matemática Numérica del ingeniero informático de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba. En esta actividad se produce la integración interdisciplinaria de la Matemática con asignaturas que se imparten en años precedentes y en el propio segundo año de la carrera, con el objetivo de elevar la formación integral de los estudiantes a través del desarrollo de habilidades técnico-profesionales, que permitirá a los educandos cumplir mejor con su encargo social.

**Palabras clave:** evaluación, trabajo de curso, integración interdisciplinaria

**Abstract.** This paper introduces a proposal to work in a class in the moment of a final evaluation for a course of Numerical Mathematics in a Computing Engineering Career at University of Sciences Information of Cuba. The activity presented aims to achieve the interdisciplinary integration of Mathematics with other subjects studied in the previous years and at the same time as the one central for this study; with the purpose of strengthening the integral development of the students through the development of technical-professional skills that will allow them to fulfil their social responsibility at their best..

**Key words:** evaluation, course work, interdisciplinary integration

### Introducción

La evaluación del aprendizaje constituye uno de los procesos más importantes dentro del programa de cualquier asignatura, es una categoría de la didáctica que requiere la mayor atención por parte de los profesores a la hora de responder a las exigencias del plan de estudio, en particular de un Ingeniero Informático; omitirla o no aplicarla correctamente pondría ser contraproducente para con los estudiantes. Por otra parte la evaluación debe ser formativa y educativa, determinar en gran medida lo que los alumnos aprenden y como lo aprenden, y medir el contenido que los profesores enseñan y como lo enseñan (Álvarez, 2008).

La evaluación, más que un instrumento para calificar, debe ser un medio que permita corregir algunas fallas y procedimientos, retroalimentar los mecanismos del aprendizaje, dirigir la atención del alumno, mantenerlo consciente de su grado, avance o nivel de logro y reforzar oportunamente algunas áreas de estudio en el aprendizaje que se perciban como insuficientes (González, 2000). El aprendizaje de los estudiantes es más efectivo cuando ellos se sienten retados a alcanzar metas altas y a la vez responsables de su propio conocimiento. Varios autores plantean que los estudiantes deben ser parte activa y consciente en el proceso

evaluativo, conjuntamente con sus profesores (Álvarez, 2008; Bermúdez, 2001 y González, 2000).

La evaluación es un control que se hace en los momentos finales de cualquiera de las instancias organizativas del proceso docente-educativo, como pueden ser, la clase, el tema, la asignatura, etcétera, y que sirve para determinar el grado en que se aprendió, en que se cumplieron los objetivos, es por tanto un componente que caracteriza el estado de una instancia dada, etc., como pueden ser los objetivos y el contenido, a diferencia del método y la forma, que caracterizan al proceso en su desarrollo; la evaluación está estrechamente vinculada al objetivo y a sus características, ya estudiadas, que en este eslabón lo fundamental consiste en hacer uso de las relaciones que ofrecen las leyes de los procesos conscientes, en especial aquellas que establecen los vínculos entre el resultado y el resto de los componentes del proceso, entre el resultado y la necesidad social (el problema) que generó el desarrollo de todo el proceso, entre el resultado y el diseño del proceso docente y entre el resultado y la ejecución del proceso, la evaluación mide en qué grado se elaboraron bien los objetivos, se escogieron los contenidos, se seleccionó el método a desarrollar, los medios a emplear, la misma evaluación del aprendizaje y debe ser un proceso eficiente y eficaz (Álvarez, 1999).

Pérez (2000) define algunos principios básicos para la evaluación del aprendizaje en matemáticas, en primer lugar, la relación tareas–autopreparación–evaluación mediante el uso del libro de texto, teniendo en cuenta una buena planificación a largo plazo de las actividades de la evaluación y su adecuada distribución en el tiempo, en segundo lugar, independencia de las habilidades a evaluar y por último, la gran importancia que reviste el control de las habilidades antes del producto final, sobre este aspecto, la autora comenta que hay tendencias entre muchos maestros de dirigir el proceso sólo a través de las evaluaciones, sin la realización de controles; es decir, se evalúa cuando ya no hay remedio de rectificar el proceso, agrega además que esta situación provoca que la evaluación pierda su calidad en el sistema de dirección del proceso docente–educativo. La autora puntualiza sobre tres premisas fundamentales a tener en cuenta para el desarrollo de la evaluación del aprendizaje en matemáticas de la siguiente manera:

1. La evaluación debe buscar un equilibrio en su significación, tanto para los alumnos como para los maestros.
2. Evaluar el proceso de avance al objetivo y no sólo el objetivo, determinando lo que falta para lograrlo, concebir la evaluación que siempre permite la posibilidad de mejorar una calificación.
3. La evaluación debe estar basada en un sistema de tareas.

Principalmente bajo estas premisas hemos realizado la propuesta de trabajo de curso para la asignatura de Matemática Numérica en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), teniendo en cuenta el Reglamento de Trabajo Metodológico para la Educación Superior en Cuba, que en sus artículos 121 y 122 expresa lo siguiente : “Trabajo de Curso es un trabajo investigativo que les permite a los estudiantes solucionar problemas o tareas profesionales para profundizar, ampliar, consolidar y generalizar los conocimientos adquiridos; aplicar, con independencia y creatividad, las técnicas y los métodos adquiridos en otras formas organizativas del proceso docente educativo, desarrollar los métodos del trabajo científico. Además permite el acercamiento a otras áreas del conocimiento, la búsqueda de varias alternativas de solución para estos problemas y el carácter interdisciplinario de este proceso docente”.

La interdisciplinariedad presente en estas tareas asegura la búsqueda de nuevos conocimientos científicos, necesarios para interpretar y resolver los problemas planteados de manera creadora. En la actualidad un elemento importante que ha incidido en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica, para la carrera de Ingeniería Informática, es la presencia y uso de los entornos virtuales de aprendizajes y de los asistentes matemáticos como lenguajes de programación (González, 2010).

La propuesta de trabajo de curso que resultó de esta investigación no es únicamente una forma de evaluación del aprendizaje en el semestre, sino también una forma de consolidar los conocimientos estudiados en las asignaturas involucradas, mediante un trabajo investigativo y así alcanzar una mayor sistematización y generalización de habilidades que debe cumplir el estudiante en el año académico. Para esto, ha de utilizar métodos y técnicas de investigación que lo acerquen a su futura actividad profesional, consultando literatura especializada, utilizando el entorno virtual de aprendizaje como medio de orientación. Esto estimula el trabajo independiente, el trabajo en equipo, la interdisciplinariedad y un control personalizado por parte del profesor a través del entorno virtual.

Proponemos además la utilización del Entorno Integrado para el Desarrollo Matemático EIDMAT v. 0.3 como herramienta de cálculo y programación, desarrollada en la UCI, durante los años 2007-2011, que consiste en una interfaz gráfica para Octave 2.9 o superior, variante libre para programadores del Matlab (Quarteroni, 2006) .

Este entorno (EIDMAT) contempla funcionalidades que ofrece el asistente numérico Matlab, por ejemplo el propio diseño de la interfaz, el Editor-Depurador y la Ayuda e incluso agregando algunas con las que no cuenta el Matlab como la integración Maxima(asistente simbólico libre) ofreciéndole a los estudiantes un espacio de trabajo único para desarrollar

todo tipo de cálculo, implementar y algoritmizar las soluciones de los problemas planteados en el trabajo de curso.

Esta investigación incide sobre dos elementos de la carrera en Ingeniería en Ciencias Informáticas, el primero es el programa analítico de la asignatura Matemática Numérica y el segundo, la evaluación, porque incluso este trabajo de curso trasciende las fronteras de esta asignatura por la alta integración que implica, sobre todo con las asignaturas precedentes de la disciplina, pudiéndose ver como un trabajo de cierre de disciplina.

La metodología de trabajo utilizada en este caso contiene tres fases: la primera fase es el diseño del trabajo de curso, la segunda, la inclusión de problemas que tributen al vínculo interdisciplinario con las asignaturas precedentes y finalmente el análisis de las técnicas de investigación a aplicar por los estudiantes en su solución.

### Desarrollo

Para muchos problemas prácticos es imposible obtener una solución analítica, por otra parte una característica distintiva de los métodos numéricos es el hecho de tener un mayor alcance a la hora de resolver problemas, que de forma analítica se hace imposible. Estas y otras razones, antes mencionadas, incentivan la propuesta de trabajo de curso, con los siguientes objetivos:

- ❖ Utilizar los conocimientos adquiridos en la disciplina matemática, para la resolución de problemas prácticos.
- ❖ Utilizar la vía del trabajo colaborativo o en equipo como la más exitosa para lograr investigaciones más acabadas y abarcadoras.
- ❖ Obtener modelos matemáticos a partir de una situación real, teniendo en cuenta la propagación de errores.
- ❖ Emplear el Entorno Integrado para el Desarrollo Matemático EIDMAT en la resolución de problemas reales.
- ❖ Integrar a través de la solución de un problema varias asignaturas de la carrera.

Todos los trabajos deben seguir una estructura estándar, en el cual vamos a definir un conjunto de exigencias para su presentación:

- ❖ El trabajo se debe de desarrollar en equipos de no más de 5 personas.
- ❖ Las soluciones estarán adaptadas al problema en cuestión; pero se debe conocer el ámbito en que se encuentra el mismo y la forma general en que debe modelarse.

- ❖ Cada equipo debe presentar, como parte de la solución de su problema, un análisis de posibles alternativas. Con esto nos referimos a analizar casos límites (siempre que lo amerite). Por ejemplo realizar corridas con muchas o pocas iteraciones analizando que es lo que ocurre en cada caso.
- ❖ Los resultados o soluciones obtenidas deben ser avalados por la pertinente comparación con la solución analítica, en caso de ser posible, y si no a partir de la obtención de la solución utilizando funciones del propio asistente.
- ❖ Cada equipo debe presentar un informe en formato digital (\*.pdf), editado en Latex a partir de una plantilla situada en la plataforma.
- ❖ Para presentar los resultados se debe utilizar una plantilla elaborada en Latex utilizando el paquete Beamer.

El profesor chequeará el estado del trabajo mediante tres cortes parciales y durante el desarrollo del proyecto, los profesores deben convertirse en facilitadores del conocimiento. La realización del trabajo de curso por parte de los estudiantes debe apoyarse con actividades complementarias en el entorno virtual de aprendizaje, ofreciéndole una metodología de investigación necesaria para realizar el proyecto, implícito en los requisitos necesarios para el informe final.

A continuación se ilustran dos prototipos de problemas que pueden formar parte de la propuesta de trabajo de curso (Colectivo de autores, 2010):

#### Problema I

Un paracaidista de  $50.0 \text{ kg}$  de masa salta desde un avión y cae hacia la tierra sometido a la fuerza aerodinámica resistiva del aire, directamente proporcional al cuadrado de su velocidad instantánea. La constante resistiva de proporcionalidad tiene un valor  $b = 0.2 \text{ kg/m}$  con el paracaídas cerrado y de  $b = 20 \text{ kg/m}$  con el paracaídas abierto. El paracaidista comienza su descenso a  $1000\text{m}$  por encima del suelo y cae durante  $10.0\text{s}$  antes de que se abra el paracaídas.

Considere  $g = 9.8\text{m/s}^2$ .

- a) Realizar el análisis y las consideraciones simplificadoras para plantear el modelo físico-matemática asociado a las condiciones del problema.
- b) Realizar el análisis necesario para obtener un modelo diferencial del movimiento y represéntelo mediante un problema de Cauchy con condiciones iniciales.
- c) Realizar el análisis para obtener las expresiones analíticas de la velocidad en función del tiempo y de la velocidad final (constante).

- d) Determinar la velocidad final del paracaidista en ambas configuraciones, antes y después de abrirlo.
- e) Utilizar en la resolución del problema un método numérico de paso múltiple y tomando un incremento temporal (paso) de 0.1s, calcular la posición, velocidad y aceleración del cuerpo como funciones del tiempo desde el instante que el paracaidista sale del avión hasta el instante en que llega al suelo.
- f) Para la situación donde el paracaídas se abre, investigue qué magnitud cinemática debe experimentar un crecimiento grande y súbito. En estas condiciones sería o no aconsejable variar el incremento temporal (paso). ¿Cómo? ¿Por qué? Explique justifique su respuesta.
- g) Validar los resultados utilizando funciones propias de Octave a través de EIDMAT.

### Problema II

Consideremos el sistema mecánico representado por las cuatro barras rígidas  $a_i$  de la Figura I. Para cualquier valor admisible del ángulo  $\beta$ , se desea obtener el valor del correspondiente ángulo  $\alpha$  entre las barras  $a_1$  y  $a_2$ . A partir de la identidad vectorial  $a_1 - a_2 - a_3 + a_4 = 0$  y observando que la barra  $a_1$  está siempre sobre el eje x, se puede deducir la siguiente relación entre  $\alpha$  y  $\beta$

$$\frac{a_1}{a_2} \cos(\beta) - \frac{a_1}{a_4} \cos(\alpha) - \cos(\beta - \alpha) = \frac{a_1^2 + a_2^2 - a_3^2 + a_4^2}{2a_2 a_4}$$

$a_i$  es la longitud conocida de la  $i$ -ésima barra. Esta es la Ecuación de Freud-einstein (para los mecanismos de cuatro barras, probablemente la técnica de síntesis más utilizada en los problemas de diseño donde se requiere el movimiento coordinado entre el eslabón de entrada y el de salida) de la cual se conoce la solución explícita para valores específicos de  $\beta$ . La solución para ciertos valores de  $\beta$  no es única.

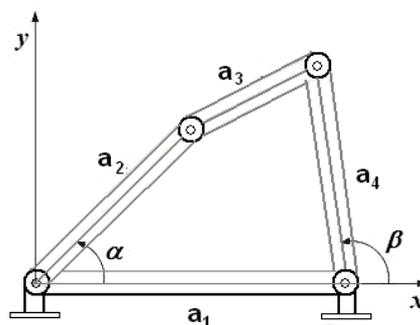


Figura I: Sistemas de cuatro barras

- a) Realizar el análisis necesario para obtener el modelo matemático no lineal que permite calcular el valor del ángulo  $\alpha$  si son conocidas las restantes variables.
- b) Realizar el análisis necesario que permite obtener el valor aproximado de  $\alpha$  a partir de verificar si se cumplen las hipótesis del método de Regula-Falsi para esta ecuación si  $\beta \in [0, 2\pi/3]$ ,  $a_1 = 10\text{cm}$ ,  $a_2 = 13\text{cm}$ ,  $a_3 = 8\text{cm}$  y  $a_4 = 10\text{cm}$  con una tolerancia de  $10^{-5}$ .
- c) Determinar el valor de  $\alpha$  utilizando para esto el método de Newton-Raphson tomando como aproximación inicial  $\alpha^{(0)} = 0.1\pi$  y  $\alpha^{(0)} = 2\pi/3$  con una tolerancia de  $10^{-5}$ , teniendo en cuenta los datos del inciso anterior.
- d) Comparar ambos resultados.
- e) Validar los resultados utilizando funciones propias de Octave a través de EIDMAT.

### Conclusiones

El trabajo de curso, que aquí se propone, como tipo de evaluación del aprendizaje de la asignatura Matemática Numérica, potencia la independencia, la creatividad y el vínculo interdisciplinario con asignaturas precedentes del año, además de obtener la solución de problemas reales que enfrenta el ingeniero en ciencias informáticas, empelando el EIDMAT. Implícitamente es una actividad que permite hacer un cierre de la disciplina Matemática.

Permite a los profesores que imparten la asignatura Matemática Numérica, poder medir técnicas de investigación científicas desarrolladas por los estudiantes y el uso de herramientas para la elaboración de textos científicos como el Latex.

Mediante el trabajo de curso se puede lograr un alto grado de motivación en los estudiantes que se revierte en la adquisición de capacidades que rebasan el marco de los objetivos de la asignatura y que podrán manifestarse creadoramente en su vida profesional.

### Referencias bibliográficas

- Álvares, C. (1999). *La escuela en la vida: Didáctica*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Álvarez, I. (2008). La evaluación del aprendizaje en la universidad: una mirada retrospectiva y prospectiva desde la divulgación científica. *Revista electrónica de investigación Psicoeducativa*. 6(14). 235-272
- Bermúdez, R. (2001). Aprendizaje formativo: una opción para el crecimiento personal. *Revista cubana de Psicología*. 18(3).

- Colectivo de autores (2010). *Colección de ejercicios y problemas de Matemática Numérica*. Facultad 10. Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba
- Chirino, M.V. (2005). *El trabajo independiente desde una concepción desarrolladora del proceso de enseñanza-aprendizaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
- González, L., Lopetegui, M., Valdés, J., González, O., (2010). Propuesta metodológica para el desarrollo de la asignatura matemática numérica en las carreras de perfil informático. *Revistas Iberoamericana de Educación Matemática 21*, 127 - 132
- González, M. (2000). *La evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria*. Tesis de Doctorado no publicada. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior. Universidad de la Habana. Cuba
- Pérez, O. L. (2000). *La evaluación del aprendizaje como elemento del sistema de dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en la enseñanza de las matemáticas para ciencias técnicas*. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad de Camagüey, Cuba.
- Quarteroni A., Saleri F. (2006). *Cálculo científico con MatLab y Octave*. Milán: Springer.