

# Tutoring 24/7: Rompiendo las Barreras de la Solución de Problemas con Programación (T24/7)

---

Luis Humberto González G. – Armandina Juana Leal Flores  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,  
Campus Monterrey

[lhgonzalez@itesm.mx](mailto:lhgonzalez@itesm.mx); [aleal@itesm.mx](mailto:aleal@itesm.mx)

## Resumen

Cuando un estudiante comienza a resolver problemas empleando un lenguaje de programación, enfrenta algunas dificultades por su misma falta de experiencia en el diseño la solución y por su amateurismo en la forma de verificar que la solución resuelve correctamente el problema que se le plantea. Las herramientas tecnológicas para el desarrollo de programas y sistemas informáticos exploran fuertemente la sintaxis y la semántica de un programa, pero no proporcionan soporte para determinar su exactitud. Aquí es donde los estudiantes pueden fallar al no visualizar los escenarios correctos y casos de prueba. En este artículo se presenta un modelo de tutoría que ayuda a la creación de ejercicios que permitan guiar a los estudiantes en la creación de soluciones completas y correctas.

**Palabras Clave:** Retroalimentación, Solución de Problemas, Tutoring 24/7

## 1. Introducción

Con el fin de desarrollar fuertemente las habilidades de programación, es fundamental enfrentar constantemente a los estudiantes a la realización de tareas que involucren la solución computacional de problemas [6]. Los estudiantes se enfrentan a un gran número de ellos durante el semestre [4] para que de esa manera puedan construir y adquirir las habilidades y técnicas necesarias en el desarrollo de programas [1].

Para realizar su trabajo, los estudiantes usan herramientas de desarrollo para escribir código y para la construcción de sistemas informáticos. Este conjunto de herramientas ayudan a reducir los problemas relacionados con el código y explorar fuertemente la sintaxis y la semántica de un programa. Sin embargo, no proporcionan apoyo en el análisis de la solución del problema, siendo este un gran inconveniente, ya que, la mayoría de los estudiantes verificar su solución con pocos casos, y por lo general con los más básicos del problema en cuestión y, por tanto, producen soluciones incorrectas o incompletas [5].

Algunos de estos ejercicios se realizan dentro del salón de clases donde el profesor puede guiar a los alumnos, y otros los realizan fuera del salón de clases, en donde el estudiante no tiene apoyo o ayuda, y muchas veces los estudiantes

desconocen si su solución ya está completa y correcta.

En este trabajo se presenta cómo el software de evaluación automática puede proporcionar a los maestros y estudiantes una forma de mejorar el aprendizaje de la programación, y cómo una herramienta como esta puede apoyar a complementar las habilidades de resolución de problemas a los estudiantes, y ayudarlos a romper los obstáculos que se les presenten dentro y fuera del aula.

## 2. Tutoring 24/7: Una Herramienta de Retroalimentación

Durante el proceso de diseño de la herramienta, se visualizó que los estudiantes necesitan el apoyo y la retroalimentación a cualquier hora del día y cualquier día de la semana, por ese motivo se decidió crear una herramienta para darles apoyo las 24 horas del día, 7 días a la semana, y que la tutoría vendría implícita en la herramienta. Esta herramienta la llamamos Tutoring 24/7 y contiene 3 vistas: Administrador, Profesor y Estudiante. Actualmente soporta 3 lenguajes de programación: C / C++, Java y C#, pero está preparada para crecer en lenguajes.

### 2.1 Vista de Administrador

Esta vista es la que tiene todos los privilegios, desde ahí se puede controlar: problemas,

cursos, temas, usuarios y compiladores. El administrador es quien decide:

- Cuáles problema están correctamente bien diseñados y pueden ser utilizados.
- Los privilegios que cada usuario tiene.
- Agregar un nuevo curso.
- Asignar el tema que corresponde a cada problema.
- Controlar los cursos y sus temas relevantes.
- Activar y desactivar los problemas.

## 2.2 Vista de Profesor

Cualquier profesor que tenga una cuenta en Tutoring 24/7 podría generar problemas. Tutoring 24/7 apoya en la captura de los componentes del ejercicio, pero el maestro deberá proporcionar la solución en cualquiera de los lenguajes de programación que la herramienta acepta. Asimismo, debe tener la descripción completa, la muestra de entrada y de salida, los casos de pruebas y su retroalimentación. Cualquier problema creado por el profesor, es revisado por el administrador como control de calidad.

En esta vista, cualquier profesor puede crear grupos y tener el control de los usuarios para cada uno de ellos. También desde Tutoring 24/7 podrá ver las estadísticas del grupo para identificar las áreas que requieren mayor explicación por parte del profesor. La Figura 1 muestra un ejemplo de un problema, la barra azul representa los intentos correctos y la barra roja son intentos incorrectos, esto indica que los estudiantes tienden cierta dificultad para resolver los casos de prueba 2 y 5 por lo que conviene reforzar el tema en clase.

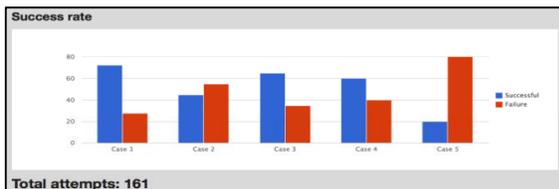


Figura 1. Reporte Estadístico, caso por caso.

Otro informe estadístico que se genera por Tutoring 24/7 es la lista de grupos por problema, en la que se puede observar el número de intentos que el estudiante crea para completar la solución del problema, la fecha y hora del último intento. La Figura 2 muestra un ejemplo de este informe y la calificación obtenida está en función de los casos aprobados.

Student	# of Attempts	Date of Last Attempt	Language	Grade	Completed
a00757394	6	8/28/13 12:37	CPP	100	Completed
a00812547	0				Not Attempted
a00812611	0				Not Attempted
a00812761	9	9/4/13 5:46	CPP	0	Attempted
a00812794	3	8/28/13 19:27	CPP	100	Completed
a00812966	3	8/28/13 6:26	CPP	100	Completed
a00813314	7	8/28/13 17:40	CPP	0	Attempted
a00814111	8	8/28/13 17:28	CPP	100	Completed
a01033064	2	8/27/13 18:09	CPP	100	Completed
a01137638	8	8/28/13 17:31	CPP	100	Completed
a01185423	1	8/27/13 15:25	CPP	100	Completed
a01190657	3	8/28/13 15:21	CPP	0	Attempted
a01190803	3	8/28/13 17:04	CPP	100	Completed
a01191163	6	8/28/13 17:45	CPP	100	Completed
a01191344	28	8/28/13 18:58	CPP	100	Completed
a01191485	4	8/26/13 9:45	CPP	100	Completed
a01195164	1	11/26/13 18:39	CPP	0	Attempted
a01195303	3	10/16/13 16:31	CPP	0	Attempted
a01195867	10	8/28/13 10:48	CPP	100	Completed
a01280019	6	8/28/13 18:21	CPP	75	Attempted
a01380010	0				Not Attempted
a01380341	6	9/23/13 9:03	CPP	0	Attempted

Figura 2. Reporte Estadístico, lista de un grupo.

## 2.3 Vista de Estudiante

Cada estudiante de un grupo puede usar el Tutoring 24/7 para realizar sus ejercicios, ellos podrán ahí leer la descripción de cualquier problema. La Figura 3 muestra la descripción de un problema, así como el área donde se puede enviar la solución.

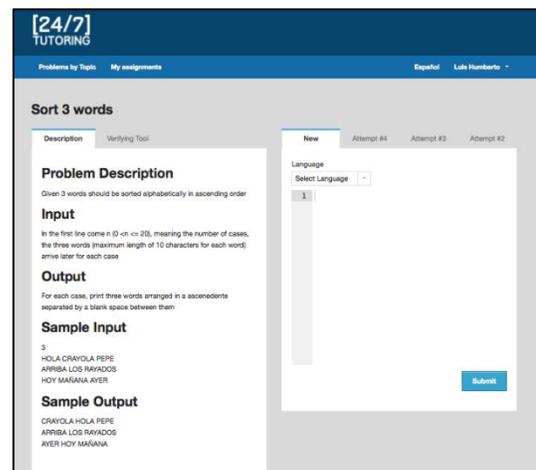


Figura 3. Ejemplo de un problema.

Los estudiantes pueden enviar su solución, y Tutoring 24/7 le podrá dar una de las siguientes posibles respuestas de la solución:

- Completa y correcta.
- Tiene errores de compilación.
- Tiempo excesivo para correr los casos de prueba.
- No está completa ni correcta. En este caso, Tutoring 24/7 dará la apropiada retroalimentación por casa caso de prueba incorrecto.

Los estudiantes pueden además revisar sus envíos de cada problema, para los cuales se muestra tanto la retroalimentación que se dio como el código enviado.

Tutoring 24/7 ofrece una herramienta de verificación. Con esto, cada estudiante puede generar sus casos de prueba y obtener la salida esperada y la salida generada por el último envío del estudiante. La Figura 4 muestra el funcionamiento de esta herramienta. En este ejemplo se probó con seis casos de prueba usando las palabras: TEXAS, ARIZONA y CALIFORNIA. La respuesta esperada es diferente que la salida del último envío del estudiante, entonces el estudiante podrá cambiar su solución y resolverla.

Tutoring 24/7 es una plataforma tecnológica educativa que apoya tanto el aprendizaje de la programación así como las estadísticas apropiadas por cada grupo del profesor.

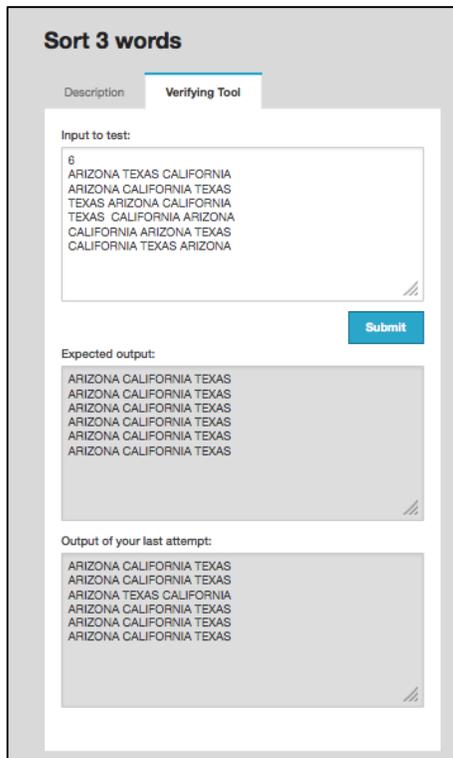


Figura 4. Herramienta de Verificación.

### 3. Ejercicio “Sort 3 Words”

Un ejemplo dentro de Tutoring 24/7 es el ejercicio “Sort 3 Words”, este es un problema sencillo del tema de *string* de diferentes cursos. La idea principal es que teniendo 3 palabras como entrada; el programa deberá desplegarlas en orden ascendente.

#### 3.1 Descripción Completa

La descripción del problema es una oración sencilla que dice que dada tres palabras que

llegan en cualquier orden, estas deberán desplegarse en orden ascendente.

La descripción de la entrada dice que en la primera línea llega  $n$ , que es el número de casos a ser ejecutados, la cual será mayor a 0 y menor o igual a 20. Después de esta línea llegan las  $n$  líneas con 3 palabras en desorden.

La descripción de la salida dice que las palabras deben ser desplegadas en orden ascendente con un espacio en blanco entre ellas. Vienen también como parte de la descripción del problema un ejemplo de entrada y sus correspondientes salidas.

#### 3.2 Casos de Prueba

Existen 10 casos de prueba para este ejercicio, los cuales deben de validar los estudiantes en su solución:

- El primer caso de prueba es cuando llegan 3 palabras iguales. Esto se debe probar con varios casos con palabras de diferente tamaño.
- Otro tipo de prueba es cuando llegan 2 palabras iguales y una diferente; de aquí salen 3 combinaciones que son 3 casos diferentes.
- La última es que lleguen 3 diferentes palabras y arrojan 6 diferentes combinaciones, estas combinaciones se pueden ver en la figura 5.

La retroalimentación para cada uno de los 10 casos deberá ser directa y positiva pero nunca se deberá decir el caso directamente.

#### 3.3 Estadísticas

Las estadísticas de este ejercicio muestran que los estudiantes normalmente se equivocaban en alguno de los casos donde llegan 3 palabras diferentes. El profesor puede verificar cómo es el comportamiento del grupo y decidir cuánto tiempo ocupa en explicar el tema.

#### 4. Resultados

El Tutoring 24/7 fue utilizado en el semestre Enero-Mayo 2014 en 376 estudiantes de 4 cursos diferentes: Fundamentos de Programación, Programación Orientada a Objetos, Estructuras de Datos y el curso de Análisis y Diseño de Algoritmos. La Tabla 1 muestra el porcentaje de estudiantes de cada curso.

Tabla 1: *Estudiantes por curso.*

Curso	Est.	%
Fundamentos de Programación	134	35.64%
Programación Orientada a Objetos	123	32.71%
Estructura de Datos	71	18.88%
Análisis y Diseño de Algoritmos	48	12.77%

Una parte muy trascendental es el uso de los problemas; los estudiantes deben practicar en los diferentes temas del curso. La tabla 2 muestra la cantidad de problemas usados en el Tutoring 24/7

Tabla 2: *Problemas usados por curso.*

Curso	Cantidad de Problemas
Fundamentos de Programación	14
Programación Orientada a Objetos	11
Estructura de Datos	15
Análisis y Diseño de Algoritmos	21

Parte fundamental del aprendizaje de los alumnos es el verificar diferentes casos de los problemas a solucionar. Esto se demuestra en la plataforma por la cantidad de envíos de los problemas hasta que entregan una solución correcta y completa. La tabla 3 muestra el promedio de envíos utilizados por cada curso en el semestre. También se puede visualizar que al inicio del semestre los estudiantes utilizan más envíos para completar su solución, pero conforme van confiando y utilizando la plataforma ellos obtienen resultados satisfactorios más rápidamente, a pesar de que los problemas se van tornando más complejos al avanzar el semestre.

Tabla 3: *Promedio de envíos hasta completar una solución completa y correcta.*

Curso	1º Prob	Prom
Fundamentos de Programación	8.3	5.4
Programación Orientada a Objetos	7.9	3.6
Estructura de Datos	6.3	3.2
Análisis y Diseño de Algoritmos	7.2	2.7

Al final del semestre los estudiantes fueron cuestionados sobre si la retroalimentación obtenida los apoyó para mejorar sus soluciones. La tabla 4 muestra la respuesta del uso de esta retroalimentación por cada curso.

Tabla 4: *Uso de la retroalimentación por curso.*

Curso	Si	No
Fundamentos de Programación	82%	18%
Programación Orientada a Objetos	89%	11%
Estructura de Datos	94%	6%
Análisis y Diseño de Algoritmos	95%	5%

Los resultados obtenidos van de la mano con las calificaciones obtenidas por los estudiantes, ellos demostraron que las habilidades de programación generadas fueron exitosas debido a que los estudiantes solucionaron problemas con más alto grado de dificultad con buenas soluciones.

## 5. Conclusiones

Hemos visualizado que algo muy importante es que los estudiantes consideren correctamente los casos de prueba de la solución en el problema, y al ser ellos guiados para esto, ellos desarrollan programas completos y correctos.

También vimos que, mientras los estudiantes utilizaban la plataforma, ellos ganaban experiencia y habilidades para detectar todos los casos de uso de un problema.

También se observó que los estudiantes fueron tomando más seguridad sobre sus soluciones. También la motivación se vio incrementada, al grado de que sus notas fueron subiendo gradualmente durante el semestre.

Los resultados y comentarios de los estudiantes indican que la herramienta sirve para lo que fue diseñada, y creemos que tiene mucho potencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los cursos de programación.

## 6. Trabajo Futuro

A pesar de que la plataforma Tutoring 24/7 esta funcionalmente establecida, esta se irá mejorando con nuevos conceptos y requerimientos, los puntos con los cuales se trabajará en primera instancia son:

- Generación de nuevas estadísticas.
- Desarrollo de nuevos problemas.

- Desarrollo de una guía que apoye a la construcción de casos de prueba.
- Agregar nuevos lenguajes de programación.

## 7. Referencias

- [1] Vasconcelos-Santillán, Jorge, "Development of a web-based surveying instrument to identify problem-solving abilities related to...", *ProQuest Dissertations & Theses (PQDT)*.
- [2] Reguera, Jorge López, Hernández Rivas, Cecilia, Farran Leiva, Yussef. "Una plataforma de evaluación automática con una metodología efectiva para la enseñanza/aprendizaje en programación de computadores". Universidad de Concepción, Ingeniare, 2011, Vol. 19 No. 2, pp. 265-277, Concepción, Chile.
- [3] Petri, IHANTOLA "Creating and Visualizing Test Data from Programming Exercises", *Informatics in Education*, Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius., 2007, Vol. 6, No. 1, pp. 81–102.
- [4] Riku Saikkonen, Lauri malmi, Ari Korkhonen "Fully Automatic assessment of Programming Exercises" *ACM SIGSE*, September 2001, Vol. 33, No. 3, pp. 133-136.
- [5] David Jackson "A semi-automated Approach to Online Assessment" *ACM SIGCSE*, September 2000, Vol. 32, No. 3,1, pp. 64-167.
- [6] Misook Heo "A Learning and Assessment Tool for Web-based Distributed Education, CITC4 2004, pp 151-54