

La Creación de Enunciados de Problemas como Propuesta Didáctica en la Educación Superior

María Delia Grossi y Cristina Pérez Berro
Departamento de Computación
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
{mdg7501, cpb750107}@ yahoo.com.ar

Abstract

La estrategia didáctica de enseñanza de programación a través de la resolución de problemas contextualizados con los saberes previos y las características de los destinatarios, promueve en los estudiantes la adquisición del conocimiento y el desarrollo de habilidades y hábitos a aplicar tanto en la vida universitaria como en la vida profesional.

Este trabajo se propone comunicar una experiencia que modifica el rol tradicional que posee el estudiante frente a los problemas, abocado exclusivamente a la resolución de los mismos, y lo hace partícipe también del proceso de elaboración de las consignas, favoreciendo su competencia comunicacional y promoviendo un aprendizaje más duradero.

1. Introducción

Existe consenso entre los docentes acerca de la importancia de la resolución de problemas en la enseñanza de programación a alumnos ingresantes a carreras de ingeniería. En este marco, se entiende por problema a aquella situación que genera en los estudiantes procesos de reflexión, abstracción, selección y generalización. La presencia de la computadora como interlocutora capaz de ejecutar los pasos que resuelven un problema (algoritmo), requiere de un lenguaje de programación. Éste es una notación para escribir programas, es decir, algoritmos representados para que puedan ser ejecutados por la computadora.

Programar constituye una actividad que permite la comunicación, no solamente con la computadora, sino también con personas. El vínculo con otras personas se logra a través de la escritura de un código legible y del uso de la documentación interna, es decir, de los comentarios explicativos que permiten aclarar qué hace el programa. Ambas son necesarias, en especial para alumnos que se inician en la disciplina.

Las dificultades que denotan los estudiantes para interpretar categorías conceptuales básicas y consignas, y para expresarse correctamente de forma escrita y oral, constituye una preocupación constante en la práctica docente. A partir de estas dificultades, se desarrolló una estrategia metodológica que, en diferentes instancias de la cursada, permite a los estudiantes no solamente resolver problemas, sino también crearlos.

El propósito de este trabajo es presentar la experiencia, describiendo las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos.

2. Actividades para la Enseñanza: los Problemas

Como punto de partida de esta comunicación resulta valioso rescatar algunas ideas y definiciones sobre la concepción del término problema:

Krulik y Rudnik en [1] lo definen como una situación, cuantitativa o no, que requiere de una solución que la persona encargada de hallarla no detecta de manera evidente. En esta línea de pensamiento, una misma situación puede representar un problema para un alumno y para otro no. De acuerdo con Dumas-Carré et al. [2], la dificultad es una característica de la situación problemática y de la persona que la resuelve.

Por su parte el matemático Polya [3], establece una distinción entre ejercicios rutinarios y problemas, caracterizando a estos últimos como aquellos que ponen a prueba la curiosidad e inducen a aplicar las facultades creativas, en tanto los primeros tienen por objeto la aplicación mecánica de un algoritmo.

En [4] se señala que los rasgos fundamentales de los problemas son:

- La existencia de una situación inicial y una situación final.
- El desconocimiento o dificultad para acceder de manera inmediata a una vía para pasar de una situación a otra.

- La existencia de un estudiante que quiera resolverlo.
- La presencia de un estudiante que disponga de los elementos necesarios para buscar las relaciones que le permitan transformar la situación.

2.1. Sobre la Resolución de Problemas

Grayson Wheatley en [5], define a la resolución de problemas como “aquello que se hace cuando no se sabe que hacer”.

La resolución de problemas, en cualquier disciplina, abarca diversos aspectos que incluyen:

- comprender la información
- representar el problema
- recuperar el marco teórico
- definir, justificar y llevar a cabo una estrategia
- verificar el resultado.
- verificar el proceso desarrollado.

En particular, la programación de computadoras es una aplicación de la resolución de problemas, en la que la solución o algoritmo se expresa en un lenguaje de programación a través del código.

2.2. Sobre la Formulación de Problemas

Según Ralph Boas [6], el estudiante promedio no aprende álgebra en el curso de álgebra, sino en el curso posterior, cuando está forzado a hacerlo. Esto se repite en cursos superiores. En tanto el curso más avanzado, naturalmente, se aprende enseñando. Es decir, se aprende haciendo.

Un punto débil que se observa en los estudiantes es la comunicación oral y escrita. En el área de programación, la comunicación escrita incluye la clara escritura del código del programa, respetando estándares de codificación con la finalidad de respetar la estructura lógica del programa.

La formulación de problemas abarca tanto la creación de nuevos problemas como la reformulación de alternativas a problemas dados [7]. En esta tarea, el estudiante se encuentra con la necesidad de elaborar enunciados haciendo uso del vocabulario apropiado para ser comunicado a otras personas. Se procura estimular en el alumno habilidades que pertenecen a la categoría de Pensamiento de Orden Superior en la Taxonomía de Bloom, debiendo previamente identificar lo que saben y lo que necesitan saber [8].

3. Metodología

Edith Litwin [9] sostiene que las actividades se instalan en un continuo que se inscribe en un método y en la secuencia con la que presentamos un tema, lo desarrollamos y pretendemos que se comprenda.

El método de enseñanza implementado va de lo simple a lo complejo, incorporando los temas a aprender en forma organizada. Las actividades propuestas a los estudiantes buscan acompañar los conceptos teóricos y el docente brinda los apoyos didácticos necesarios para afrontarlas.

Es de nuestro interés reconocer dos escenas que dan cuenta el modo en que se han incluido actividades de formulación de problemas:

- la escena del aula, sobre el tema trabajado, bajo la modalidad individual, y
- la escena fuera del aula y de entrega virtual que permite integrar conocimientos, bajo la modalidad grupal.

A continuación se caracterizan las actividades formativas propuestas. Éstas son de valoración conceptual y la devolución es cualitativa.

3.1. Actividad 1

- Contexto de aula: cantidad de docentes: dos, cantidad de alumnos promedio: cuarenta y uno.
- Momentos del curso en el que se desarrolla: luego de la presentación de cada herramienta de programación.
- Consigna: Plantear en forma escrita el enunciado de una situación problemática relacionada con una cadena internacional de comida rápida que se resuelva con la o las herramientas de programación desarrolladas en clase.
- Modalidad de entrega: individual y en papel.
- Tiempo aproximado de resolución: veinte minutos.
- Objetivos:
 1. Estimular la comprensión y la reflexión sobre los conceptos desarrollados en clase.
 2. Motivar al alumno en su proceso de aprendizaje, partiendo de un caso que pertenece a su entorno cultural.
 3. Favorecer el uso del lenguaje escrito en el estudiante, debiendo lograr expresar las consignas con claridad y sin ambigüedad.

En la clase siguiente los docentes realizan la devolución de los trabajos. Los resultados de la actividad permiten al docente retomar aquellos conceptos en los que se observan dificultades de comprensión.

Se presentan a continuación ejemplos de enunciados propuestos sobre estructuras de control de decisión.

En la caja de Mc Donalds existe un cartel que dice:
 'Si amplias tu combo, te saldrá \$20, si
 eleges el grande y \$15 si eleges el
 mediano'

```

  Si la persona elige
  ampliar su combo
  if → elige el combo 'grande'
  then → tendrá que abonar 20$
  else → if → elige el combo 'mediano'
  then → tendrá que abonar 15$
  else → no tendrá que abonar de más
  
```

En la caja de Mc Donalds existe un cartel que dice:
 "Si amplias tu combo, te saldrá \$20 si elegís el
 grande y \$15 si elegís el mediano".
 Si la persona elige ampliar su combo
 If → elige el combo "grande"
 then → tendrá que abonar 20\$
 else → if → elige el combo "mediano"
 then → no tendrá que abonar de más
 else → no tendrá que abonar de más.

Figura 1. Ejemplo 1 y traducción.

En el McDonalds se debe pasar el pedido al encargado de preparar la comida.
 Se debe tomar el pedido al cliente entre diversos combos, que son pequeño, mediano y grande. Procesando desde el primero, se le duplica el precio a la siguiente categoría.
 Al último se le debe preguntar si quiere agrandar el combo a la siguiente categoría y si paga en efectivo o en tarjeta, en caso que pague con tarjeta se le suma un recargo del 10%.

En el McDonalds se debe pasar el pedido al encargado de preparar la comida.

Se debe tomar el pedido al cliente entre diversos combos, que son pequeño, mediano y grande. Procesando desde el primero, se le duplica el precio a la siguiente categoría.

Al último se le debe preguntar si quiere agrandar el combo a la siguiente categoría y si paga en efectivo o en tarjeta, en caso que pague con tarjeta se le suma un recargo del 10%.

Figura 2. Ejemplo 2 y traducción.

Hamburguesa simple: \$30 Papas chicas: \$20
 " doble: \$40 mediana: \$30
 triple: \$45 grandes: \$35

Vaso chico simple: \$25
 mediano: \$35
 grande: \$40

Escribir un algoritmo en el que pueda colocar la hamburguesa, las papas, la medida del vaso deseado y me de como dato el total a pagar.

hamburguesa simple: \$30	Papas chicas: \$20
doble: \$40	medianas: \$30
triple: \$45	grandes: \$35
vaso chico simple: \$25	
mediano: \$35	
grande: \$40	

Escribir un algoritmo en el que pueda colocar la hamburguesa, las papas y la medida del vaso deseado y me de como dato el total a pagar.

Figura 3. Ejemplo 3 y traducción.

En las Figuras 1 a 3 se observan las diferentes formas de expresión que poseen los alumnos. Todos los ejemplos admiten una resolución a través de estructuras de decisión, denotando la adquisición del concepto. Las dificultades detectadas fueron:

Ni en el primer ejemplo, ni en el segundo se informa el valor del combo chico, considerado como base. En el primero se presenta la estrategia a utilizar para la resolución del problema: estructuras de decisión anidadas. El ejemplo de la Figura 2 no es claro cuando indica "al último se debe preguntar...", debería decir: "Cuando el cliente hace su pedido se le debe preguntar...". El ejemplo de la Figura 3, si bien establece los precios de cada producto, confunde el término dato con el de resultado, al solicitar que el algoritmo devuelva como dato el total a pagar.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de enunciado desarrollado al finalizar la presentación de subprogramas.

Diseñar una función que calcule el costo, según el tipo de combo y si es agranda o no.

Diseñar el programa que se ingrese el combo y si es grande o chico y aplicar la función para calcular su costo.

Diseñar una función que calcule el costo, según el tipo de combo y si es agranda o no.

Diseñar el programa que se ingrese el combo y si es grande o chico y aplicar la función para calcular su costo.

Figura 4. Ejemplo 4 y traducción.

El ejemplo de la Figura 4, si bien posee errores de redacción, indica con claridad cuáles son los datos que el programa transfiere al subprograma, es decir los datos de entrada, y cuál es la información que retorna del subprograma (salida del subprograma).

3.1.1. Indicadores de la Actividad 1. A través de la rúbrica de la Tabla 1 se definen los indicadores que reflejan los criterios implementados en la calificación del enunciado del problema.

Tabla 1. Rúbrica de la Actividad 1.

Categoría	MB (Muy Bien)	B (Bien)	R (Regular)
Identificación de un problema	Sí.	Sí.	No se identifica un problema sino que se plantea una situación particular a procesar.
Redacción del enunciado del problema	Clara. Respetar una introducción al tema a tratar.	Comprensible.	
Datos de Entrada	Identifica la información a procesar	Identifica la información a procesar	
Descripción de los Resultados	Señala con claridad los resultados que se deben obtener.	Señala con claridad los resultados que se deben obtener.	

3.1.2. Resultados de la Actividad 1. Se detallan a continuación los resultados obtenidos en las actividades

individuales correspondientes a estructuras de decisión y de iteración respectivamente.

- Primera ejercitación individual (Estructuras de decisión). Cantidad de alumnos: 46

Tabla 2: Calificación Actividad 1: Estructuras de Decisión.

MB	B	R
4	11	31
15		

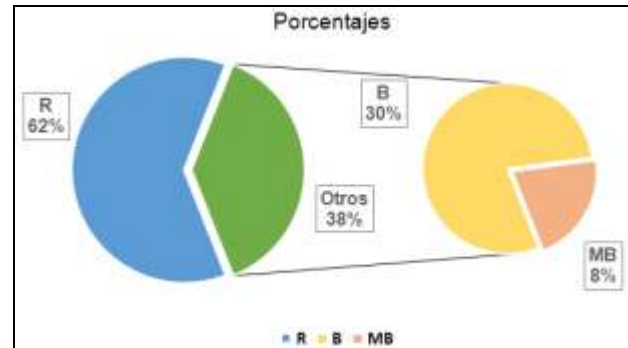


Figura 5. Resultados Actividad 1: Estructuras de Decisión.

- Segunda ejercitación individual (Estructuras de iteración). Cantidad de alumnos: 37

Tabla 3: Calificación Actividad 1: Estructuras de Iteración

MB	B	R
2	11	24
13		

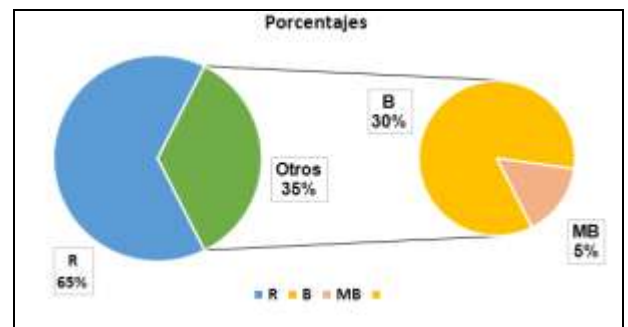


Figura 6. Resultados Actividad 1: Estructuras de Iteración.

3.2. Actividad 2

- Momento del curso en el que se sitúa: en la mitad.
- Características: forma parte de un trabajo práctico conformado por cuatro enunciados de problemas a resolver en forma semanal
- Modalidad de resolución: en grupo de cuatro alumnos como máximo.

- Consigna: Analizar los ejercicios enunciados en las clases prácticas por los alumnos integrantes del grupo sobre el tema: Realizar un pedido en un local de comidas rápidas en el cual se utilizan las estructuras de decisión e iteración estudiadas. Elegir uno de ellos o combinar partes de los mismos para generar uno nuevo y resolverlo. Justificar brevemente el criterio utilizado para la elección o la reformulación del enunciado.
- Modalidad de entrega: grupal y virtual.
- Plazo de entrega: una semana.
- Modalidad de devolución: virtual

Objetivos:

1. Promover en el estudiante la habilidad para comunicarse y trabajar con pares con el fin de alcanzar una solución común.
2. Favorecer a la construcción colaborativa del aprendizaje.
3. Que el alumno integre las herramientas abordadas sobre programación, haciendo una adecuada elección de las estructuras de control que resuelven el problema y llevando a cabo una evaluación final del programa, a fin de analizar si se ha utilizado la menor cantidad de estructuras posibles y necesarias para la resolución del mismo.
4. Motivar al alumno en su proceso de aprendizaje, haciéndolo partícipe del recorrido que va desde la creación hasta la solución de un problema.
5. Estimular al estudiante a generar códigos claros, que sean entendidos por otras personas, haciendo énfasis en la utilización de ayudas como sangrías, líneas y espacios en blanco, comentarios, identificadores con nombres autoexplicativos y mensajes adecuados para el ingreso y egreso de información.

La corrección de esta actividad nos permitió observar que cada grupo enriqueció el enunciado del alumno que en la entrega individual lo había presentado con mayor claridad. La redacción fue más minuciosa, indicando, por ejemplo, la condición de fin de ingreso de datos, solicitando mostrar los resultados por pantalla e incorporarlos a un archivo. En todos los casos se lograron algoritmos legibles, con utilización de documentación interna, sangrías, constantes y nombres de identificadores relacionados con la descripción de lo que se está nombrando.

Las dificultades observadas fueron:

- Anidamientos excesivos
- Falta de inicialización de variables
- Utilización de una estructura de control de decisión en lugar de una estructura de iteración.

Algunos alumnos, además de realizar la entrega grupal, codificaron el algoritmo de la actividad individual 1 y solicitaron su corrección.

3.2.1. Indicadores de la Actividad 2. A través de la rúbrica de la Tabla 4 se definen los indicadores que reflejan los criterios implementados en la calificación de la actividad grupal.

Tabla 4. Rúbrica de la Actividad 2.

Categoría	MB (Muy Bien)	B (Bien)	R (Regular)
Lógica de Programación	Muy Aceptable.	Aceptable.	Básica.
Interfaz con el usuario	Muy Aceptable.	Aceptable.	Básica.

3.2.2. Resultados de la Actividad 2. Cantidad de alumnos: 36. Cantidad de grupos: 12 (3 alumnos por grupo)

Tabla 5: Calificación Actividad 2 (Grupal).

MB	B	R
6	4	2
10		

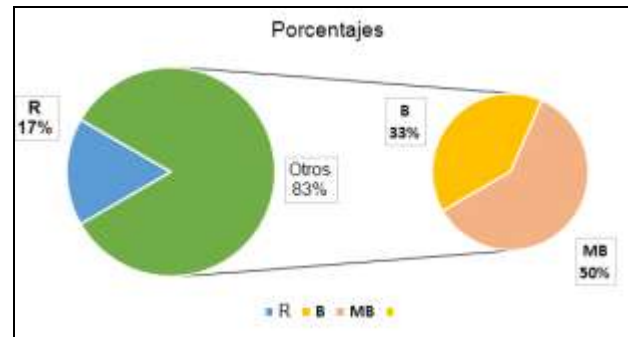


Figura 7. Resultados Actividad 2 (Grupal).

3.3. Actividad 3

- Momento del curso en el que se sitúa: en etapa final.
- Características: consiste en la formulación de una alternativa a un problema real sobre administración de stock de una empresa, que se debe implementar haciendo uso de subprogramas, tipos de datos estructurados de tipo arreglo de una y dos dimensiones y archivos.
- Modalidad de resolución: en grupo de cuatro alumnos como máximo.
- Consigna: El grupo deberá diseñar un punto del problema, analizando qué información sería de utilidad consultar como parte de un menú de opciones y donde se utilicen, para su resolución, por lo menos dos procedimientos con vectores

(sin contar el o los procedimientos para informar vectores).

- Modalidad de entrega: grupal y virtual.
- Plazo de entrega: una semana.
- Modalidad de devolución: virtual

Objetivos:

A los objetivos planteados en la actividad 2 se agregan:

- El diseño de módulos altamente cohesivos, es decir que sus elementos estén fuertemente relacionados.
- El diseño de módulos con un bajo acoplamiento, siendo éste el grado de conexión que existe entre los módulos.
- La autogestión del proceso de aprendizaje evidenciado en las herramientas de programación que se ponen en juego para resolver la consulta.

Los resultados de esta actividad fueron positivos en cuanto a que todos los grupos presentaron y resolvieron la consulta formulada de acuerdo a la consigna en el tiempo asignado.

A través de la propuesta de cada grupo, se evidenció el grado de compromiso asumido. Algunos partieron de la elección de algoritmos estándares sobre vectores y matrices y luego los aplicaron al contexto del problema. Otros, en cambio, partieron de la necesidad de generar resultados significativos y de interés para la problemática planteada y, a continuación, diseñaron la estrategia para implementarla.

3.3.1. Indicadores de la Actividad 3. A través de la rúbrica de la Tabla 6 se definen los indicadores que reflejan los criterios implementados en la calificación de la segunda actividad grupal.

Tabla 6. Rúbrica de la Actividad 3.

Categoría	MB (Muy Bien)	B (Bien)	R (Regular)
Utilización de Recursos	Hace un uso óptimo de los recursos.	Hace un uso adecuado de recursos.	Utiliza los recursos mínimos.
Cumplimiento de la consigna	Sí, superando las expectativas.	Sí. Cumple moderadamente la propuesta indicada.	Sí. Denota ser el único objetivo del grupo,

3.3.2. Resultados de la Actividad 3. Cantidad de alumnos: 36. Cantidad de grupos: 12 (3 alumnos por grupo)

Tabla 7: Calificación Actividad 3 (Grupal).

MB	B	R
4	6	2
10		

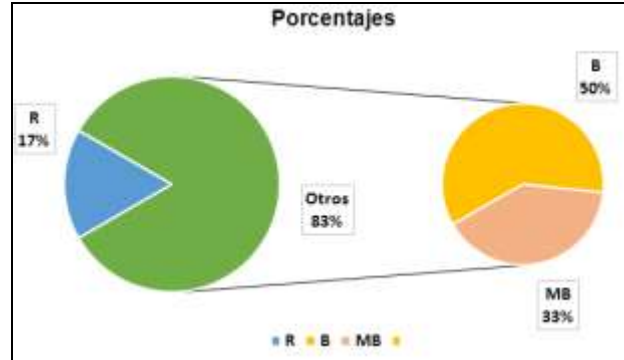


Figura 8. Resultados Actividad 3 (Grupal).

4. Conclusiones

Los objetivos generales de la experiencia fueron los siguientes:

- Motivar al alumno en su proceso de aprendizaje, partiendo de casos que pertenecen a su entorno cultural y al área de producción, y haciéndolo partícipe del recorrido que va desde la creación hasta la solución de un problema.
- Potenciar la competencia comunicacional.
- Favorecer a la construcción colaborativa del aprendizaje.
- Lograr que el alumno, dado un problema del mundo real y su modelización abstracta, elija las herramientas de programación adecuadas para su resolución.
- Promover hábitos de estudio que potencien la autogestión del aprendizaje.

Luego del análisis que se ha realizado, se considera que los objetivos en general se cumplieron.

La experiencia fue bien recibida por los alumnos, que pasaron de ser solamente programadores que resuelven un problema enunciado por el docente, a elaborar nuevos problemas y a formular parte del enunciado de problemas dados. Esta última actividad los llevó a analizar con más profundidad y detenimiento la situación problemática que debían resolver, aplicando las herramientas aprendidas y buscando más información que fuera de utilidad para enriquecer los resultados ofrecidos por el programa que estaban diseñando.

La mayoría de los trabajos entregados fueron muy interesantes y originales, quedando demostrado que plantear el enunciado de un problema es tan importante, para desarrollar el pensamiento lógico, como lograr la resolución del mismo.

5. Referencias

- [1] Krulik, S. y Rudnik, K., "Problem solving in school mathematics" National council of teachers of mathematics, Year Book, Virginia: Reston, 1980.
- [2] Dumas-Carré, A., Caillot, M., Martinez-Torregrossa, J. y Gil-Pérez, D. "Deux approches pour modifier les activités de résolution de problèmes en physique dans l'enseignement secondaire : une tentative de synthèse", Aster S, 135-157, 1980. Disponible en:
http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/9158/ASTER_1989_8_135.pdf?sequence=1. Revisado en Julio de 2016
- [3] Polya, G. *Cómo plantear y resolver problemas*, Ed. Trillas, 1965.
- [4] Sigarreta Almira, J.M. y Laborde Chacón, J. M., "Estrategia para la Resolución de Problemas como un Recurso para la Interacción Sociocultural", Premisa - Año 6, Número 20. 2004. p 17. Disponible en
<http://www.soarem.org.ar/Documentos/20%20Sigarreta.pdf>. Revisado en Julio de 2016.
- [5] Wheatley, G. H., *Problem solving from a constructivist perspective en Toward a cognitive-science perspective for scientific problem solving*: Monografía de la National Association for Research in Science Teaching N.6 (pp. 1-12). Manhattan, KS: Ag Press, 1995. Disponible en:
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED454060.pdf#page=11>, Revisado en Julio de 2016.
- [6] Boas, Ralph P., *Lion hunting & other mathematical pursuits, The Dolciani Mathematical Expositions*, vol. 15, Mathematical Association of America, Washington, DC, 1995.
- [7] Silver, E. A. "On Mathematical Problem Posing", for the Learning of Mathematics, 14, 1994, pp. 19-28. Disponible en:
<http://flm-journal.org/Articles/2A5D152778141F58C1966ED8673C15.pdf>, Revisado en Julio de 2016.
- [8] Churches, A. "Taxonomía de Bloom para la Era Digital", 2009. Disponible en:
<http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomDigital>, Revisado en Julio de 2016.
- [9] Litwin, E. "Actividades en y para la Construcción del Conocimiento", Educared, 2009. Disponible en:
http://www.ub.edu.ar/Programa_Desarrollo_Habilidades_Docentes/Litwin_Actividades_en_y_para_la_construccion_del_conocimiento.pdf, Revisado en Julio de 2016.