

DESARROLLANDO HEURÍSTICAS

por Eduardo E. Cavallo

“El matemático George Polya ha sostenido que los métodos generales para la resolución de problemas deben ser enseñados. Algunas de las estrategias utilizadas en la geometría de la Tortuga son casos especiales de Polya. Por ejemplo, Polya recomienda que siempre que abordemos un problema debemos recorrer una lista mental tipo de preguntas heurísticas tales como: ¿Puede ser relacionado con otro problema que yo sé resolver?

La geometría de la tortuga se presta a este ejercicio. La clave para descubrir cómo hacer que una tortuga dibuje un círculo es referirse a un problema cuya solución es en realidad muy conocida: el problema de caminar en círculo. La geometría de la Tortuga suministra excelentes oportunidades de practicar el arte de descomponer dificultades.”

Extraído de “Desafío a la mente”
de Seymour Papert

Fue en 1982, al leer por primera vez Desafío a la Mente, cuando me encontré por primera vez con la palabra “heurística”. No fue el único término extraño a mi vocabulario con que me tropecé al seguir incursionando en ese formidable texto.

Una primera aproximación nos lleva a definir “heurística” como un proceso inteligente que nos permite resolver un problema o al menos plantear su resolución. La aseveración de Papert en el sentido de que los profesores deben prestar atención a este proceso es una crítica “velada” hacia un sistema que obviamente no le presta la atención adecuada. Contenidos y procesos del pensamiento, conocimientos e inteligencia son elementos que se han presentado a veces como componentes de una “interna” educativa. Frases como “la explosión de los conocimientos actuales es de tal magnitud que el sistema educativo debe procurar enseñar a pensar antes que transmitir conocimientos”, han alimentado equivocadamente, una suerte de lucha dialéctica entre conocimientos y pensamiento. Las teorías que suponen la existencia de un desarrollo homogéneo de la inteligencia, independiente de los contenidos seguramente alimentaron esta tendencia que, curiosamente, tiene un notable paralelo computacional: el intento de la inteligencia Artificial de construir un

Solucionador General de Problemas (GPS) que tratara de emular el sentido común de los seres humanos.

Como publicáramos en un artículo del Lic. Claudio Gutiérrez sobre IA (septiembre de 1992), este proyecto de Herbert Simon y Allen Newell avanzó con muchas dificultades y en realidad no ha podido ser logrado. Los que sí tuvieron éxito fueron los Sistemas Expertos que tienen “conocimientos específicos” sobre un tema dado: diseño de circuitos, diagnóstico médico, resolución de ecuaciones, maestros de ajedrez, etc. “Esta experiencia - dice Gutiérrez - vierte luz sobre una polémica importante en las metodologías educativas, la polémica sobre la inteligencia como aptitud general y sobre la importancia de evaluar o no conocimientos cuando se trata de evaluar la inteligencia de las personas. Pareciera que estas polémicas deben ser replanteadas sobre nuevas bases, al quedar transparentemente claro que el poder de la inteligencia es absolutamente inseparable de la presencia del conocimiento”.

Estas afirmaciones coinciden con el desarrollo de teorías que refutan la noción de un desarrollo homogéneo de la inteligencia y afirman la existencia de inteligencias específicas (lingüística, musical, matemática, etc.) que desarrollan en forma heterogénea. De igual manera se postula la existencia de “lógicas modales” que dependerían de los contenidos en contraposición de la clásica “lógica proposicional”.

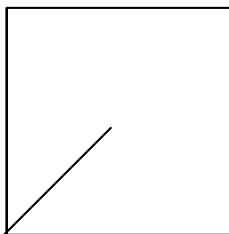
¿Cuáles son las consecuencias prácticas para la introducción de una enseñanza de métodos de resolución de problemas? Una de ellas es la dificultad de encontrar métodos generales que puedan aplicarse a diferentes problemas. Otra es la escasa o nula posibilidad que existe en la escuela de trabajar con distintos tipos de inteligencia.

En nuestro contexto Logo una de las heurísticas a la que más tiempo y esfuerzos hemos dedicado es sin duda a la modularidad, entendida como la división de un problema en problemas más simples. Profundicemos sobre esta heurística leyendo un extracto de un artículo titulado “Aprender a Pensar” firmado por el Dr. Erik De Corte (Bélgica), publicado en el número 4 de 1988 de la Revista Argentina para el Desarrollo de la inteligencia.

Las estructuras comportamentales

“Quiero ahora tomar la pregunta formulada antes: ¿Cuáles son los tipos de estructuras comportamentales que se debe perseguir en los alumnos con miras de la optimización de sus capacidades de resolución de problemas? Para llegar a una respuesta a esta importante pregunta voy a partir de un ejemplo tomado de la enseñanza de matemáticas.

Supongamos que planteamos a un grupo de alumnos de cuarto (o quinto) año de la escuela primaria (eventualmente a un grupo del principio de la enseñanza secundaria) la siguiente tarea:



Calcular la superficie del cuadrado sabiendo que la semidiagonal ab mide 10 cm.’

Probablemente una cantidad de alumnos no encuentre la solución y es posible que hagan el siguiente comentario: para calcular la superficie debería saber el lado del cuadrado. Esto demuestra que para los alumnos la tarea representa un problema, es decir una situación en la que no son capaces de dar inmediatamente la respuesta o de llevar a cabo la acción apropiada para lograr la solución. Probablemente parte de esos alumnos lograría la solución si el problema fuese planteado del siguiente modo:

(figura)

$ab=10$ cm

$mn=20$ cm

La explicación para este estado de cosas es que en esta nueva presentación de la tarea ellos reconocerían inmediatamente un ejercicio familiar o conocido, concretamente “calcular la superficie de dos triángulos”. Llamamos a este tipo de ejercicios familiares una tarea tipo, es decir una tarea a la que - situación opuesta a un problema - pueden inmediatamente dar una respuesta o para la que conocen inmediatamente un procedimiento para llegar a la solución.

Los alumnos que no logran resolver la tarea original, se encuentran en esta situación, porque no reconocen un ejercicio tipo. Posiblemente la mayoría de ellos hubiesen encontrado la solución si el docente hubiese dicho: “Traten de dividir el cuadrado de tal modo que sea fácil calcular la superficie” . Este consejo ayuda por parte del profesor sugiere cómo reducir o transformar el problema en un ejercicio tipo.

Además el ejemplo dado demuestra que la transformación de un problema en un ejercicio tipo no da a la vez la resolución íntegra. Para hallar la solución es aún necesario aplicar el concepto de triángulo y la fórmula para calcular la superficie de un triángulo. Expresado de un modo más general: luego de haber reducido el problema a una tarea tipo el alumno aún debe aplicar un aspecto (eventualmente, diferentes aspectos) del contenido o de la materia del dominio en cuestión.

Podemos reducir ahora el proceso de resolución del problema dado como ejemplo en el siguiente esquema, en el que se pueden distinguir dos fases del proceso:

El problema original (calcule la superficie del cuadrado) es transformado de tal modo que se obtiene el estado 2 del problema (calcule la superficie de dos triángulos); en este estado2 el alumno reconoce una tarea tipo.

La transformación del problema resulta entonces en una tarea tipo, pero aún no se ha hallado la solución del problema. Para ello el alumno debe aplicar sus conocimientos sobre la noción del triángulo.

Un aspecto del esquema aún debe ser precisado, concretamente las operaciones que intervienen en la transformación del problema del estado 1 al estado2.

Hablamos a este respecto de métodos heurísticos para el análisis y la transformación de problemas.

“Como resultado de nuestro análisis hemos entonces descubierto dos tipos de estructuras comportamentales que son importantes en relación a la resolución de problemas.

1. Estructuras comportamentales que constituyen métodos de resolución o heurísticos. Podemos definirlos como estrategias inteligentes y sistemáticas para encarar un problema. Aunque estos heurísticos no garantizan que los estudiantes hallarán la solución de un problema, aumentan considerablemente la probabilidad de que lo logren. La función de estas heurísticos es la de transformar el problema en tareas tipo, es decir, tareas que el alumno pueda resolver inmediatamente aplicando conocimientos de la materia.

2. Estructuras comportamentales que consisten en poder manejar y aplicar sus conocimientos de nociones, reglas y principios que constituyen el contenido de las diferentes ramas. La función de esas estructuras comportamentales es, de acuerdo con el ejemplo anterior, sobre todo la de comprender la resolución del ejercicio tipo obtenido como resultado de la transformación del problema.

Yo quisiera por lo demás señalar que por razones didácticas el ejemplo reseñado es bastante simple y es evidente que a menudo nos encontramos con problemas más complejos que exigen varios aspectos del contenido de la materia.

Es entonces necesario acotar aún dos aspectos esenciales al análisis global del proceso descrito antes. Lo antedicho podría sugerir que para mí el conocimiento de los contenidos de un dominio no juega más que un rol en la segunda fase del proceso, y que no influye la primera fase de transformación del problema, pero no es así, lo contrario es cierto. Los conceptos y los principios adquiridos son también importantes en la primera etapa, ya que determinan la representación inicial del problema que hace el alumno.”

Primeras conclusiones

Se desprende de estos párrafos que la modularidad podría ser definida como una heurística que consiste en descomponer un problema en “problemas tipos”, es decir problemas posibles de solucionar merced a conocimientos específicos del mismo. Son estos conocimientos los que Da Corte define como las segundas estructuras comportamentales. Estos conocimientos son esenciales para resolver los problemas tipos pero al mismo tiempo para descomponer el problema inicial. Por lo tanto el conocimiento heurístico por sí mismo es inútil sin el conocimiento específico. La consecuencia es la pérdida de generalidad de la heurística.

La modularidad en la escuela

“A causa de la influencia de Polya, se ha sugerido frecuentemente que los profesores de Matemática presten atención explícita a la heurística o “proceso” así como al contenido. El que esta idea no haya conseguido arraigar en el sistema educacional puede explicarse parcialmente por la escasez de buenas situaciones en donde los chicos puedan encontrar e internalizar modelos simples y convincentes de conocimiento heurístico”.

Desafío a la mente

Pese a esta opinión de Papert es posible encontrar en la escuela numerosas situaciones donde no sólo es posible aplicar la modularidad, sino que **implícitamente** se utilizan heurísticas modulares.

1- Operaciones aritméticas

Supongamos una operación como la que sigue: $2 + 7$

Este es un “problema tipo” para un alumno de segundo grado. Pero el siguiente no lo es: $132 + 754$.

¿Cómo se resuelve este problema?

En la escuela se lo enseña con una técnica que es una sencilla aplicación de una heurística modular. Se divide el problema en problemas tipos:

1. Se suman las unidades: $2 + 4 = 6$
2. Luego las decenas: $3 + 5 = 8$
3. Las centenas: $1 + 7 = 8$

$$\begin{array}{r} 132 \\ + \\ 754 \\ \hline 886 \end{array}$$

Y por cierto que lo mismo se realiza en las otras operaciones aritméticas.

2- Suma de fracciones. Común denominador.

La suma de fracciones presenta muchas dificultades porque hay que tener en cuenta los dos componentes de una fracción: el numerador y el denominador.

Cuando el denominador de ambas fracciones es el mismo, la sumatoria se reduce a un “problema tipo”, pues simplemente deben sumarse los numeradores.

$$\text{Por ejemplo: } 1/5 + 2/5 = 3/5$$

Pero si las fracciones tienen diferente denominador es posible reducir el problema a un problema tipo. Para ello es necesario aplicar la operación de cancelación: si se multiplican numerador y denominador por un mismo número la fracción no varía.

$$1/5 + 3/2 = (1 \times 2) / (5 \times 2) + (3 \times 5) / (2 \times 5)$$

De esta manera el problema inicial se ha reducido a un problema tipo:

$$2/10 + 15/10 = 17/10$$

3- Medición

Una medición es una comparación con una magnitud arbitraria llamada “unidad”. La unidad sería, en este caso, el “problema tipo”, no necesitamos “medirla”. Medir es entonces “dividir” la magnitud dada en tantas unidades como sea posible.

4- Sistemas de ubicación

Estos sistemas se obtienen dividiendo el plano de tal manera que la ubicación de un punto se transforma en un “problema tipo” tal como hallar una intersección, por ejemplo: meridiano-paralelo o coordenada X y coordenada Y.

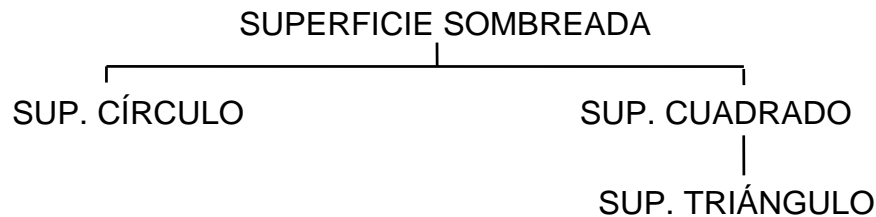
5- Cálculo de superficies

En este caso la heurística específica es tratar de dividir la figura en figuras incluidas cuyo cálculo de superficie sea un problema tipo. Por ejemplo calcular la superficie sombreada de la figura.

El segmento OM mide 10 cm.

(figura)

Para resolver este problema debemos descomponerlo en problemas tipo detalles como hallar la superficie del círculo de radio MO y la del cuadrado inscripto.



Para que estas últimas superficies sean problemas tipos se deben “conocer” las fórmulas correspondientes.

6- Operaciones combinadas. División en términos.

$$\sqrt{\frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}} (1 - \frac{1}{5})$$

Calcular una expresión como la dada no es posible sin recurrir a una heurística modular que la reduzca a operaciones tipos: suma y resta de fracciones, producto de dos fracciones, raíz cuadrada de una fracción.

7- Sumatoria algebraica

Si la suma de monomios homogéneos (igual término literal) es un problema tipo, la sumatoria de polinomios requiere la reducción a una sumatoria de monomios homogéneos.

Por ejemplo:

$$P1 = 2ab + 3ax - 3abx$$

$$P2 = -4ab - 2ax - abx =$$

$$P1 + P2 = (2ab - 4ab) + (3ax - 2ax) + (-3abx - abx) =$$

Se ha reducido la suma a una suma de tres problemas tipo limitados por paréntesis.

$$P1 + P2 = -2ab + ax - 4abx$$

8- La modularidad fuera del contexto matemático

Fuera del campo de la matemática podemos hallar seguramente numerosas situaciones que pueden resolverse mediante la modularidad el análisis

gramatical, la composición de melodías, la descripción de un objeto, la organización de una tarea grupal, etc.

Pero voy a referir en este párrafo a uno proveniente del campo de la robótica. Un mecanismo es una cadena de engranajes y poleas que se movilizan gracias a un motor que consume algún tipo de energía y la transforma. Como en un programa de computación, el orden en que los engranajes y poleas son conectados es fundamental. Cuando el mecanismo no funciona tenemos un problema cuya solución empieza por identificar el punto (o los puntos) de la cadena donde se encuentra la falla.

La heurística general es como siempre “dividir en pequeños problemas). La heurística específica puede expresarse en preguntas tales como:

1.¿ Es un problema eléctrico o mecánico? Para averiguarlo se debe desconectar el motor del mecanismo para dividir el problema.

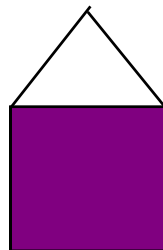
2.Si el problema es eléctrico identificar los elementos que conforman la transmisión de la computadora al motor: cables, interfaz, port de comunicaciones, software utilizado. Probar cada elemento por separado.

3.Si el problema es mecánico, descomponer el mecanismo en sus esquemas básicos y testarlos por separado hasta encontrar la falla.

El reconocimiento de las partes constitutivas de un problema o de los problemas tipos que lo componen es una vez más una acción que sólo puede realizarse por el conocimiento de esas partes y de las relaciones que esas partes tienen entre sí.

En programación esto es particularmente claro. Por ejemplo la simple figura que vemos abajo está formada por un cuadrado y por un triángulo pero además hay una relación entre ellos: el triángulo está sobre el cuadrado apoyado en una de sus bases. Al programar la figura deberemos programar sus partes, pero también esa relación que se manifestará, seguramente, con un desplazamiento y un giro.

PARA FORMA
CUADRADO
DESPLAZAMIENTO



GIRO

TRIÁNGULO

FIN

La heurística como objetivo

Si he mencionado diversas situaciones problemáticas donde es factible o necesaria la aplicación de heurísticas modulares, es por dos razones:

1. Valorar el conocimiento heurístico como herramienta más allá de los límites de la programación.

2. Procurar un enfoque sistemático para su enseñanza. En otras palabras explicitar el conocimiento heurístico en la clase o en el taller

Así propone Da Corte en otro párrafo de su artículo:

“En la práctica de la enseñanza uno a menudo se lamenta el hecho de que los estudiantes son incapaces de resolver problemas. Por ejemplo, esto nos sucede en relación con los problemas de aritmética, de física, de química, pero también en lo que respecta a la lectura de diferentes tipos de textos.

Considerando esta situación del punto de vista de la teoría desarrollada antes, nosotros nos hemos preguntado si esto no se debe al hecho de que ciertas estructuras comportamentales y particularmente los métodos heurísticos no reciben la atención suficiente en nuestra enseñanza. Creo que los docentes están principalmente orientados hacia los contenidos y al enseñar esos contenidos ciertamente aplican toda una serie de métodos de resolución que quedan sin embargo implícitos y por ello no son muchas veces del todo conscientes. Por ser especialistas en su rama los utilizan espontáneamente. Sin embargo, las tareas dadas a los alumnos muestran que esos mismos docentes esperan que estos métodos de resolución sean aplicados por los alumnos sin haber recibido instrucción sistemática en relación con esos procedimientos heurísticos. Creo que esperar esto no es realista. Si se quiere que los alumnos aprendan los métodos de resolución es necesario explicitarlos y mostrarles que esos métodos son útiles y aplicables para comprender y resolver diferentes problemas.”

Y por casa cómo andamos?

La pregunta que me hago, es si nosotros dentro de nuestro contexto LOGO explicitamos la heurística toda vez que la aplicamos o la necesitamos. Y sobre todo: ¿ podemos introducirla como objetivo en otras materias?

Tenemos que tener en cuenta que el aprendizaje no es un camino lineal, sino una sucesión de construcciones y demoliciones que se deben realizar en distintos contextos. Si la modularidad sólo es aprendida como una técnica de programación, allí quedará anclada sin posibilidad o con una “pobre” posibilidad de expandirse a otras situaciones problemáticas.

La modularidad y la construcción

Otro enfoque para la enseñanza de la modularidad es el que sigue en sentido inverso el descrito en los párrafos anteriores: el que va desde lo simple a lo complejo. Esto quedas claro leyendo este párrafo que reproducimos a continuación, extraído del artículo titulado “**Diez años de computadoras en la educación**” de Horacio C. Ruggini aparecido en el diario La nación en diciembre de 1989:

“La gente de todas las épocas siempre sintió fascinación por la idea que la complejidad del Universo podía provenir de la suma de unos pocos elementos. Algunos filósofos antiguos (entre ellos Platón) estimaron que el fuego, la tierra, el aire y el agua eran los componentes básicos universales. Lo anterior fue relacionado con los poliedros regulares (cuerpos platónicos) y así, el tetraedro representaba el fuego; el cubo, la tierra; el octaedro, el aire y el icosaedro, el agua. Acerca del dodecaedro, Platón se limitaba a decir que era el cuerpo del cual Dios se había servido para trazar el plan del Universo.

Los científicos modernos poseen ideas diferentes acerca de cuáles son los elementos básicos, pero persiste la hipótesis de la emergencia o surgimiento de la complejidad a partir de la mera simplicidad.

En el mundo actual atiborrado con información de todo tipo, es fundamental, en educación, la adquisición de ideas simples y útiles acerca de los hechos y conceptos esenciales referidos a la vida misma y de las estrategias involucradas en la elaboración de ideas más complejas.

Pero a un niño no basta con decirle que lo complejo surge a partir de lo simple. La única manera de lograr que lo entienda es dar lugar a experiencias en las cuales él mismo pueda realmente sentir el poder y la emoción de llevar adelante sistemas complejos a partir de la combinación de elementos simples. Los niños siempre lo han hecho cuando han encontrado ramas o palitos, piedras, barro o arena. Así hacen también, en la ciudad, con los bloques de algunos juegos de armado, sustitutos de los elementos más naturales de antaño o de los utilizados por niños de áreas rurales.

La magia y la virtud de la computadora en la educación comienza cuando el lenguaje, la operación y la modalidad de uso permiten al educando producir efectos complejos a partir de la combinación de órdenes o instrucciones simples.”

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.