SERVIDOR DE APLICACIONES PARA EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

MANUEL LÓPEZ MATEOS
MLMATEOS EDITOR

RESUMEN. Se describen los elementos constitutivos de un portal en la modalidad de **servidor de aplicaciones** (SAPL) orientado al **aprendizaje** de la ciencia. El SAPL se integraría como una componente en un programa de actualización de maestros y, en general, sería atractivo para estudiantes de bachillerato, padres de familia y profesionistas.

El objetivo del portal es que sea usado como instrumento de aprendizaje de ciencias, se considere como apoyo a la docencia en términos de productos para la gestión académica y, con un manejo eficiente de las diferentes bitácoras de desempeño del usuario, aporte, mediante análisis estadístico, a ciertos aspectos de la investigación en educación.

El flujo de la presentación de los temas sería: Teoría, Problemas, Evaluación. En este trabajo ilustramos los aspectos de teoría y problemas.

1. **Teoría**. Se trata de una presentación ágil y concisa del tema con 'salidas' culturales o históricas.
2. **Problemas**. Digamos que el esquema percibido es: i) Presentar el problema, ii) Analizar posibles respuestas, iii) Determinar si la respuesta es satisfactoria. Se trataría, en realidad de ¿applets?, u 'objetos de aprendizaje' (para estar a tono) que llamaremos **generadores de problemas** (GEPROB). Los problemas se generan a partir de una estructura que se alimenta de bases de datos. Naturalmente habrá distintos tipos de dichos GEPROBS.
   El generador de problemas (GEPROB) construye la redacción (presentación) del problema y su solución, y su **analizador de respuestas** compara con la solución y 'opina'.
3. **Evaluación**. i) Se analiza el desempeño en la sección, de no ser óptimo sugiere responder un examen que son problemas en donde las 'opiniones' son de tipo evaluativo. ii) Si el desempeño en el examen no es satisfactorio, te sugiere regresar a 'estudiar', es decir, a repasar el tema.

1. Teoría

Es necesario presentar la teoría, como ya dijimos, de manera ágil y concisa.

Ilustremos con la presentación del tema Solución de problemas, tomado de *Un enfoque de solución de problemas de Matemáticas para maestros de enseñanza básica*, de R. Billstein, S. Libeskind, J. Lott, en versión en español de Manuel López Mateos, de próxima aparición en MLMATEOS EDITOR, 2007. En esa obra se hace referencia a los *Principles and Standards for School Mathematics* (Principios y objetivos para matemáticas escolares), publicado por el NCTM, *National Council of Teachers of Mathematics* (Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas) de Estados Unidos en el año 2000, y a *How to Solve It* (Cómo resolverlo), la conocida obra de GEORGE POLYA.

Ya entrando en materia, el tema a tratar es lo relacionado con *Resolver un problema*.

Resolver un problema (según el planteamiento del NCTM)

Tarea	Método de solución desconocido	Producción de conocimiento	Aumenta la comprensión matemática	Realizar la tarea

Resolver un problema (según el planteamiento de POLYA)

		Manera para	
Objetivo	Dificultad Obstáculo	Superar Rodear	Logro del objetivo

Los esquemas anteriores, de por sí, ya son explicativos pues resumen lo esencial de lo expuesto en el texto y permiten elaborar un discurso. Sin embargo estos dos esquemas podrían enriquecerse si al picar (cliquetear u oprimir el botón izquierdo del mouse, ratón o dispositivo señalador) en cada cuadro se desplegara otro ampliando el significado de lo señalado. Por ejemplo en Tarea, además de presentar quizá una parte de la definición según diccionario, podría haber una base de datos describiendo tareas del más diverso tipo, para de ahí seleccionar alguna y así, no se repitiera lo visualizado.

A continuación se trata del esquema que relaciona el proceso de enseñanza y aprendizaje con la resolución de problemas:

Relación entre las matemáticas y la solución de problemas

Matemáticas		
Enseñanza	→	Resolver problemas
Aprendizaje	←	

En el esquema anterior se ilustra que la enseñanza de las matemáticas ayuda a resolver problemas, y que resolver problemas ayuda a aprender matemáticas.

Tener un problema sin resolver conlleva cierta tensión. La motivación de resolverlo puede ser el deshacerse de la tensión,

Relación Problema-tensión

Problema		**Motivación**
Tensión Incomodidad	←	Deshacer

Descripción de un problema matemático:

Problema matemático

Situación que se comprende.	Se ignora cómo proceder para solucionar.	Se quiere obtener una solución. Se intenta	Se usan ideas matemáticas para resolver.

Trabajo colectivo

Trabajo colectivo	Procesos similares a usados por expertos

Relación proceso-producto

Aprovechar experiencia	Corregir prejuicios	Ojo crítico
Mejorar capacidad de aprendizaje		
Ser mejor maestro		

Estos serían los esquemas de presentación de tema *Resolver un problema*, a los que habría de complementarlos con interactividad limitada, consistente en picar cada cuadro y que se desplegaran situaciones ilustrativas.

Seguimos en la etapa de flujo correspondiente a la presentación ágil y concisa de la 'teoría'.

Relación descubrimiento-problema

Gran descubrimiento	Resuelve →	Gran problema

Al picar en el cuadro de la izquierda se despliegan descubrimientos y, automáticamente, los problemas que resolvieron. Al picar en el cuadro de la derecha se despliegan problemas y, automáticamente, el descubrimiento que lo resolvió.

Resolver problemas es como 'descubrir'

Tu problema	• Reta tu curiosidad • Activa tu capacidad inventiva • Lo resuelves por tus propios medios	DISFRUTAS del triunfo del descubrimiento

En el diagrama anterior al picar en el cuadro derecho aparece una mayor explicación acerca de la descripción de la *tensión que se experimenta* y del *triunfo que se disfruta*.
En el diagrama siguiente se presenta un análisis del aspecto *lúdico* y *erótico* (por ahí leí que se trata de una substancia segregada por alguna glándula, buscar la información) del descubrimiento y la comprensión.

Aspecto lúdico y erótico

Cómo enfrentar la situación

Entender la tarea	Entender la información	Determinar una estrategia	Averiguar si la solución tiene sentido

Finalmente, se resume presentando los elementos constitutivos del tema: las maneras de actuar, las situaciones por evitar y las reservas del método.

Los cuatro pasos de POLYA

Resolver problemas

Entender el problema	Trazar un plan	Realizar el plan	Mirar hacia atrás

Al picar en cada cuadro se despliega su descripción.

Evitar ideas preconcebidas

Los 4 pasos

No resuelven	Son maneras de ataque

Hemos presentado una exposición esquemática de un tema conocido relacionado, en primer lugar, con una concepción teórica: la importancia y significado de resolver un problema, y en segundo, con una metodología para realizar la concepción del primer lugar. Lo hemos hecho, en este caso con diagramas que encierran ideas fundamentales, agrupados de manera que a partir de su lectura se pueda elaborar un discurso o que al mirarlos reubique o refresque, en la mente del usuario, el contenido del tema.

Los diagramas tienen la característica de que si se pica en ellos despliegan tablas, definiciones o texto alusivo y complementario.

De la descripción anterior se comienza a esbozar la necesidad de que en el desarrollo del portal confluyan dos equipos: el docente y el informático, que podemos identificar como los constructores de contenido y forma, los cuales realizan su tarea de forma complementaria.

Esta primera parte de la presentación ágil y concisa de la teoría es la menos interactiva, sirve para ordenar ideas y refrescar conceptos. El usuario se pasea por esta parte a manera de actividad preliminar en su sesión de aprendizaje y podría prescindir de ella y, si considera asimilado el tema por otros medios como puede ser un libro de texto, comenzar con los problemas.

2. Problemas

El propósito de esta sección es ilustrar cómo construir un generador de problemas (GEPROB) que permita trasladar la experiencia docente a una actividad interactiva en una computadora e ir conformando, así, objetos de aprendizaje donde el usuario reciba el beneficio de una actividad presencial. Forma parte del flujo mencionado para el portal de aprendizaje: Teoría-Problemas-Evaluación.

Para realizarlo, partimos de un problema sencillo y, como si estuviéramos en el salón de clase, pensamos en las posibles respuestas y en cómo solemos dirigirnos a nuestros alumnos para guiarlos a encontrar la respuesta correcta. Esto significa que para construir un GEPROB se debe contar con un elemento docente con amplia experiencia. En todo caso, el problema radica en que el docente adquiera la capacidad de sistematizar su experiencia en el salón de clase de manera que pueda trasladarla a un objeto computarizado, tarea, principalmente, de un equipo altamente capacitado en diseño informático.

No pretendemos que el docente programe objetos de aprendizaje ni que el informático se inspire para que, dado un tema, los construya. Cada uno debe 'estirar' la mano hacia el otro: en la medida que el docente adquiera la capacidad de sistematizar su experiencia en el aula y que el informático lo entienda y presente proyectos de objetos es que realmente se podrá construir no una colección de curiosidades sino realmente un cuerpo de objetos que fluyan por un tema y que, al final de la experiencia interactiva del alumno con el tema, sea capaz de enfrentar una evaluación y aprobarla. Ahí estaremos hablando de enseñanza o, más bien, de aprendizaje a distancia usando Internet.

La construcción de un GEPROB pasa por: descripción de la interactividad, ubicación del elemento didáctico causante del aprendizaje, sistematización y descripción de sus elementos constitutivos.

2.1. La interacción

Pero, entremos en materia: para ilustrar lo mencionado atacaremos el conocido problema de sumar los primeros n números naturales:

$$1+2+3+4+\cdots+(n-2)+(n-1)+n, \quad n\in\mathbb{N}, \quad n\geq 4.$$

Para ello, presentamos en pantalla:

Se cuenta que GAUSS, de joven, para sumar del 1 al 100, listó los números de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l}
1\ +\ 2+\ 3+\ 4+\ 5+\cdots+\ 98+\ 99+100 \\
\underline{100+\ 99+\ 98+\ 97+\ 96+\cdots+\ 3+\ 2+\ 1} \\
101+101+101+101+101+\cdots+101+101+101
\end{array}$$

Hay 100 sumas de 101, luego la suma buscada es la mitad de $100\cdot 101$, es decir, $\dfrac{100\cdot 101}{2}=5050$.

Halla la suma de los primeros [N] números naturales.
Escribe tu respuesta:

$$1+2+3+4+\cdots+N=\square$$

Con [N] denotamos un número entre 2 y 99 elegido al azar por el sistema y que aquí, entre nosotros, llamaremos simplemente N. Es decir, $N\in\{2,\ldots,99\}$.

Junto con la selección de N se calcula la solución $S=\dfrac{N(N+1)}{2}$ y se almacena. El usuario emite su respuesta R y se la compara con la solución S. Si la respuesta es correcta ($R=S$), se despliega una especie de felicitación:

[¡Claro!], $S = \dfrac{N(N+1)}{2}$.

$$\begin{array}{c} 1+\cdots+N \\ N+\cdots+1 \\ \hline (N+1)+\cdots+(N+1) \end{array}$$

Hay N veces la suma de $(N+1)$ y ese total es dos veces $1+\cdots+N$. Por lo tanto,

$$1+\cdots+N = S.$$

¿Otro? Continuar

La expresión entre corchetes se extrae al azar de un conjunto de sinónimos. En caso de que la respuesta difiera de la solución se exhibe la falla junto con algún comentario mordaz sobre lo cual hablaremos en la parte de los elementos constitutivos del GEPROB. Es necesario no perder el sentido del humor, uno de los atributos del portal es que sea gracioso, si logramos resaltar el aspecto lúdico del aprendizaje estaremos en buen camino. La expresión entre corchetes se toma de un conjunto de sinónimos, con el género apropiado según el usuario.

Ahora comienza lo bueno. Se sitúa la respuesta R entre las soluciones a problemas consecutivos. Para ilustrar, supongamos que $N = 9$ (luego $S = 45$) y que la respuesta es $R = 51$.
Como $S < R$, $(45 < 51)$, ubicamos la respuesta entre dos soluciones consecutivas haciendo
$N_1 = N+1 = 10$, hallando $S_1 = \dfrac{(N+1)(N+2)}{2} = 55$ y comparando con R.
Puede suceder que la respuesta esté entre la solución S y la solución S_1 del siguiente problema, $S < R < S_1$; o que $S_m < R < S_{m+1}$, es decir, que esté entre la solución de dos problemas consecutivos N_m y N_{m+1}, con $N < N_m < N_{m+1}$; o que, de plano, se haya ido hasta la solución de otro problema: $R = S_m$, para alguna $m \in \mathbb{N}$.
En el primer caso se contesta:

[¡No maestra!, ¿cómo crees?]
[Mira]:

$$1+\cdots+N_1 = S_1, \quad \text{(Se ve: } 1+\cdots+10 = 55)$$

pues listando los números de 1 al N_1 así:

$$\begin{array}{r} 1+\cdots+\ 8+\ 9+10 \\ 10+\cdots+\ 3+\ 2+\ \ 1 \\ \hline 11+\cdots+11+11+11 \end{array}$$

Tenemos N_1 sumas que dan como resultado N_1+1 luego $N_1(N_1+1)$ es el doble de la suma de los primeros N_1 dígitos, es decir $S_1 = \dfrac{N_1(N_1+1)}{2}$.

Trata de nuevo:

$$¿1+\cdots+N = \square?$$

Escribe tu respuesta u oprime aquí para salir (y seguir estudiando).

Si la respuesta es correcta, seguimos, de no ser así, volvemos.

En caso de que la respuesta esté entre dos problemas consecutivos N_m y N_{m+1}, con $N < N_m < N_{m+1}$; por ejemplo, que la respuesta haya sido $R = 59$, procedemos como se menciona a continuación.

El problema planteado lo podemos identificar con la pareja (N, S). Se calcula $(N+1,\ S_1)$,…, $(N+M,\ S_M)$, $(N+M+1, S_{M+1})$, hasta hallar M tal que

$$S_M < R < S_{M+1},$$

y se responde:

[¿Cómo crees, maestra?]
[Fíjate]:

$$1+\cdots+10 = 55$$

$$1+\cdots+10+11 = 66$$

Tu respuesta es [mayor] que 55 y [menor] que 66,

$$55 < 59 < 66.$$

Si listamos los números del 1 al $N+M$ (10) como hizo GAUSS,

$$\begin{array}{r} 1+\cdots+\ 8+\ 9+10 \\ 10+\cdots+\ 3+\ 2+\ \ 1 \\ \hline 11+\cdots+11+11+11 \end{array}$$

tenemos 10 sumas de 11 cada una, luego $10 \cdot 11$ es el doble de la suma de los primeros 10 dígitos, es decir $\frac{10(11)}{2} = 55$. Lo mismo sucede con $N+M+1$, $66 = \frac{(N+M)(N+M+1)}{2}$.

Trata de nuevo:

$$¿1+\cdots+N = \square?$$

Escribe tu respuesta u oprime aquí para salir (y seguir estudiando).

En tanto que comunicación de trabajo, de manera intencional alterno los valores generales, como N_m y los del ejemplo, en que $N_m = 10$.

Finalmente, si la respuesta $R = S_m$, para alguna $m \in \mathbb{N}$, la pantalla le hace ver tal suceso y lo regresa a que intente de nuevo con una pantalla con los mismos elementos que las anteriores.

En el ejemplo usamos una respuesta R situada a la derecha de la solución S, $S < R$, lo cual no necesariamente sucederá.

Se aumenta la versatilidad del GEPROB manejando niveles y aumentando el grado de dificultad de los problemas. Después de tres aciertos consecutivos el usuario sube de nivel. Los niveles consistirán en el siguiente tipo de problemas:

1. Suma de los primeros N dígitos: $1+\cdots+N$.
2. Suma de M dígitos consecutivos: $N+(N+1)+\cdots+(N+M-1)$.
3. Suma de los primeros dígitos que cumplan cierto patrón, por ejemplo, la suma de los primeros N dígitos pares: $2+4+\cdots+2N,\ N\in\mathbb{N}$.
4. Suma de M dígitos ordenados según cierto patrón, por ejemplo, la suma de los números pares entre el 25 y el 37: $(25+1)+(25+1+2)+\cdots+36$.

2.2. Descripción del problema

Ahora podemos resumir. Proponemos en pantalla el problema de hallar la suma de los primeros N dígitos, donde N se escoge al azar, $N\in\{2,\ldots,99\}$. Seleccionado N, la solución al problema es $S=\dfrac{N(N+1)}{2}$. El usuario emite su respuesta R.

Se compara la respuesta con la solución, distinguiendo los siguientes casos:

1. La respuesta es correcta, $R=S$. En este caso se presenta la `felicitación' y la explicación de la solución. Se da la oportunidad de seguir practicando. Después de tres aciertos consecutivos se sube de nivel.
2. La respuesta es incorrecta, $R\neq S$, en cuyo caso puede suceder que:
   a) La respuesta sea menor que la solución, $R<S$.
   b) La respuesta sea mayor que la solución, $S<R$.

Dependiendo de la posición de la respuesta respecto a la solución, se calculan problemas sucesivos (hacia atrás o hacia delante), para atrapar la respuesta, es decir, hallar $m\in\mathbb{N}$ tal que $S_m<R<S_{m+1}$. Una vez localizados los dos problemas consecutivos se exhiben en pantalla ilustrando la desigualdad anterior y el argumento que conduce a la solución de cada uno, con la intención de que el usuario vaya percibiendo dos cosas, primera: que, en efecto, su respuesta es incorrecta, y segunda: la manera como se encuentra la solución a problemas parecidos. Este procedimiento, incluso si el usuario, en lugar de pensar o hacer algún cálculo, simplemente está 'atinando', hará que se prenda una lucecita por ahí, es decir que se dé cuenta de cómo resolver su problema. Lo anterior no es una afirmación gratuita, es lo que sucede cuando en un salón de clase interactúan maestro y alumnos.

Volviendo al problema, puede suceder que m, para alguna $m\in\mathbb{N}$, lo cual, en lugar de atrapar R entre dos soluciones consecutivas, simplemente localizamos m y presentamos en pantalla la ilustración mencionada.

Cuando la respuesta es correcta, se anima al usuario a continuar y acumular tres aciertos consecutivos para subir de nivel. Completando los tres niveles se le comunica que se le considera competente en el tema y se le invita a pasar al siguiente.

Terminando una serie de tipos de problemas se sugiere enfrentar una evaluación del tema. El tema de la evaluación está en etapa de diseño y en una comunicación posterior daremos avances.

2.3. Elementos constitutivos

Los elementos constitutivos se dividen en: datos de sistema, listas o bases de datos, criterios de selección de números, patrón de operación del problema y bitácora del usuario.

1. Nombre, género y edad del usuario. Nos permitirá dirigirnos de manera personalizada en las pantallas.
2. Lista para escoger la aceptación: Claro, Bien, Correcto, Está bien, Qué bien, Tienes razón, etc.
3. Lista para escoger la negación: No, maestra; No, fulano, No, mi amigo; No, joven, etc.
4. Lista para escoger el reproche: Cómo crees, Fíjate, Estás mal, Así no es, No seas burro (bueno, ésta no), etc.
5. Criterio para seleccionar los números N y/o M, y el patrón que define al problema a presentar.
6. Procedimiento de actualización de la bitácora de desempeño del usuario.

Bibliografía

1. BILLSTEIN, R., LIBESKIND, S., LOTT, J., *Un enfoque de solución de problemas de Matemáticas para maestros de enseñanza básica*, MLMATEOS EDITOR, (en preparación 2007).
2. KATZ, V., *A History of Mathematics, An Introduction*, second edition, Addison-Wesley 1998, p. 654.

Hoja de datos

Título del trabajo:	SERVIDOR DE APLICACIONES PARA EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA
Autor:	Manuel López Mateos
Institución:	MLMATEOS EDITOR
Dirección:	Atoyac 101, Fracc. Las Palmas Oaxaca, Oax. C.P. 68157 México
Teléfono:	(951)180-2019
Correo electrónico:	manuel@mlmateos.com.mx
Lista de necesidades:	Computadora con entrada USB y cañón para proyectar la ponencia.
Breve currículum:	Manuel López Mateos inició su actividad docente en el año de 1967 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, por lo que el próximo año cumplirá 40 de actividad profesional. En la Facultad de Ciencias impartió cursos durante 20 años, desde el nivel de Cálculo I hasta el de Análisis matemático III, pasando por Algebra lineal y Topología diferencial. En particular, en el año de 1972, impartió, en el entonces Centro de Didáctica de la UNAM, *Cursos de capacitación para la **primera** generación de profesores de matemáticas del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM.* Ha traducido más de 15 importantes libros de texto de matemáticas. Recientemente, en el año de 2003, fue el director fundador de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Actualmente, en colaboración con DGSCA-UNAM, desarrolla un portal para el aprendizaje de la ciencia.
Grupo de trabajo:	Grupo de Trabajo 1, Modelos.