

LAS BASES DE DATOS COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

Octavio HENAO ALVAREZ

RESUMEN

En este artículo se exploran, describen y analizan las posibilidades que ofrecen las bases de datos como herramientas de soporte para el desarrollo de algunas estrategias didácticas en las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

INTRODUCCION

Las bases de datos pueden utilizarse como una herramienta didáctica poderosa y versátil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. Tienen un gran potencial para ayudar al maestro a presentar información con más rapidez, con más profundidad, con más exactitud, y de una forma más interesante y variada. Al alumno le ofrece maneras ágiles de acceso a información, opciones variadas y eficientes de consulta, y medios muy dinámicos para explorar, organizar, analizar, y evaluar datos de diversa índole.

Aunque, obviamente, una base de datos no es una herramienta útil para apoyar o diseñar cualquier estrategia didáctica, presenta las siguientes ventajas:

1. Puede almacenar un gran volumen de información.
2. Permite organizar y presentar la información de múltiples formas.
3. Es una herramienta muy rápida para buscar información.
4. Soporta estrategias de consulta y exploración más centradas en el tema.
5. Permite diferentes tipos de consulta, utilizando uno o varios criterios.
6. Permite comparar y establecer relaciones entre conjuntos y categorías de datos.
7. Facilita la actualización permanente de listas o conjuntos de datos.
8. Simplifica la tarea de observar tendencias y derivar generalizaciones.

9. Ofrece al alumno la oportunidad de hacer predicciones y constatarlas.
10. Potencia la capacidad de análisis permitiendo que el alumno formule preguntas sobre un conjunto de datos.

Estas características hacen de la base de datos un instrumento ideal para que los alumnos adquieran destrezas intelectuales relacionadas con la organización, análisis, síntesis, solución de problemas, y evaluación de información. Con la ayuda de esta herramienta los estudiantes pueden recoger, consignar, ordenar, y actualizar permanentemente información; visualizar más fácilmente las relaciones que caracterizan un conjunto de datos; encontrar tendencias; jeraquizar información, y probar hipótesis. Es decir, una base de datos permite que el estudiante vaya más allá del simple registro de los hechos, y utilice sus destrezas de pensamiento para explorar la complejidad y el significado de los mismos [1].

White [2] realizó estudios en los que comparó la capacidad de manejar información desarrollada por alumnos que habían utilizado archivos de datos sistematizados y otros que habían manejado los mismos datos sin computador. Los resultados revelaron que los estudiantes con acceso a archivos sistematizados mejoraron significativamente más su capacidad de procesar información, evidenciada en los siguientes aspectos: (1) habilidad para juzgar la pertinencia de la información obtenida, (2) habilidad para evaluar la suficiencia de la información disponible para solucionar determinados problemas, (3) habilidad para discriminar entre formas eficientes e ineficientes de organizar información según los requerimientos de un problema particular.

Tanto el maestro como el alumno pueden apoyarse en una base de datos para realizar de manera más ágil y eficaz tareas tales como:

- Descubrir aspectos comunes y diferentes de un grupo de objetos, eventos, o fenómenos. Por ejemplo, cuáles son las propiedades comunes de los gases; qué tienen en común un grupo de países que han incrementado sus exportaciones en la última década.
- Analizar Relaciones. Por ejemplo, qué relación existe entre la distancia que separa los planetas del sol, y su período de revolución?
- Establecer Tendencias. Por ejemplo, rastrear los patrones de cambio en las tasas de nacimientos de un país durante los últimos cincuenta años; buscar tendencias en el ingreso de la población y relacionarlas con otros factores demográficos.
- Examinar, refinar, y probar hipótesis. Por ejemplo, probar la hipótesis según la cual todos los buenos conductores eléctricos son también buenos conductores del calor. Esta

verificación se puede hacer realizando dos consultas en la base de datos, una sobre todos los elementos que reúnan separadamente uno de estos criterios, y otra sobre los elementos que reúnan ambos criterios.

- Compartir la creación y organización de archivos. Por ejemplo, si cada uno de los estudiantes de un curso realiza una consulta en la biblioteca sobre un autor literario, un espécimen vegetal o animal, una obra de arte, un personaje histórico etc., y entra esta información en una base de datos, crearán colectivamente un archivo especializado de gran utilidad para el estudio y la investigación de un tema [3].

No es fácil para un docente diseñar estrategias o procedimientos que inciten a los alumnos a explorar los contenidos de una materia, formular preguntas con sentido crítico sobre la información que examinan, y poner a prueba las conclusiones que derivan de lo que leen u observan. Una base de datos ofrece el soporte para estructurar actividades didácticas que estimulen el desarrollo de tales destrezas cognitivas.

Aunque en los cursos de ciencias es muy frecuente que los alumnos realicen tareas de recolección de datos, rara vez se les pide que utilicen esta información para hacer inferencias, formular predicciones, o plantear hipótesis. Esto obedece en parte a la dificultad que entraña la realización de estas operaciones intelectuales utilizando información consignada manualmente en papel. La facilidad que ofrece una base de datos para almacenar, consultar, categorizar, analizar, agrupar, y extraer información estimula y simplifica la ejecución de estas tareas propias del quehacer científico.

El trabajo con una base de datos ofrece al alumno la oportunidad de analizar datos, formular teorías, y evaluar sus ideas. Este tipo de destrezas aparecen involucradas en el proceso de creación: decidir qué categorías se incluyen, buscar los registros correspondientes a cada categoría, resolver conflictos entre fuentes de datos etc. Así mismo, el proceso de consulta implica una oportunidad muy rica para potenciar la capacidad de síntesis, análisis, y evaluación de información.

La creación de una base de datos obliga al alumno a tomar importantes decisiones sobre el manejo de información tales como: definir qué información se requiere y donde recolectarla; sintetizarla en ideas concisas para que se ajusten al espacio que ofrecen los campos. La decisión sobre el tamaño y las características de un campo puede constituir un ejercicio muy valioso de análisis y categorización de datos.

El uso de ciertas funciones en una base de datos tales como la de buscar y clasificar permite al estudiante descubrir muchas formas de comparar información, encontrar nuevas

relaciones, hacer predicciones, y descubrir generalizaciones. Es frecuente también que desarrollen la capacidad de formular y probar hipótesis [4].

En la época actual, la búsqueda y el procesamiento de información constituyen una destreza imprescindible en casi todos los ámbitos de la actividad humana. Las bases de datos no sólo permiten a los alumnos investigar preguntas del tipo "Qué ocurriría si", sino también aprender a formularlas de manera clara y efectiva, obteniendo así una visión documentada de los problemas que deben resolver. Muchos educadores e investigadores consideran que la capacidad de consultar y manipular información en una base de datos es una de las destrezas más importantes que deben enseñarse actualmente en la escuela. En manos de un docente creativo, este recurso informático tiene un gran poder motivacional para el alumno, favorece su desarrollo conceptual, permite el acopio ágil y variado de información, estimula el razonamiento deductivo, y su capacidad de valorar críticamente la información.

EJEMPLOS DE LA LITERATURA ESPECIALIZADA

A continuación se reseñan algunas propuestas didácticas publicadas en revistas especializadas, que incorporan el uso de bases de datos para la enseñanza y exploración de conceptos tanto en el área de ciencias naturales como en matemáticas. Han sido seleccionadas porque ilustran de manera sencilla y clara la utilización de esta herramienta para explicar, demostrar, construir, y explorar conceptos, teorías, o problemas.

Ejemplo 1: Destrezas de pensamiento

Krueger [5] utilizó una base de datos sobre dinosaurios en una estrategia didáctica orientada a estimular el desarrollo de algunas *destrezas de pensamiento* con alumnos de cuarto, quinto, y sexto grado. La actividad inicial, enfocada hacia el logro de niveles de conocimiento y comprensión, consistía en la realización de consultas a la base tales como "Cuál dinosaurio tenía tres cuernos grandes y uno pequeño en la nariz?". Luego pasaban a consultas más complejas que involucraban dos y tres categorías conceptuales, por ejemplo, "Cuál dinosaurio vivió en el período triásico, tenía patas de lagarto, y la cabeza muy pequeña sobre un cuello largo?". Posteriormente se avanzaba hacia categorías superiores de pensamiento, haciendo consultas y resolviendo problemas todavía más complejos, del tipo "Si un Polacantus y un Ornitomimus corren en una maratón, cuál debería llegar primero?". La solución a esta clase de interrogantes implica no sólo saber cómo y dónde localizar la información requerida, sino aplicar cierta capacidad de análisis y evaluación de los datos recogidos. Otra destreza intelectual que desarrollan los alumnos es la capacidad de clasificar datos en categorías. Aprenden a ubicar los dinosaurios en grupos y subgrupos según sus atributos.

Para introducirlos en tareas de síntesis debían crear sus propios dinosaurios. Se les entregaba el dibujo de un hueso de dinosaurio, supuestamente hallado en el patio de su casa, para que basados en él definieran que aspecto tenía, qué tamaño, en qué época vivió, a qué grupo pertenecía, qué nombre tenía etc. Aunque los resultados de este trabajo debían ser compatibles con la información disponible, se les estimuló a que fueran creativos e inventaran especímenes raros. Finalmente, para potenciar su capacidad de evaluación, le suministraron a los niños una lista con trece explicaciones posibles sobre la extinción de los dinosaurios. Basados en consultas e investigaciones debían defender alguna de estas teorías, o proponer otra distinta. La siguiente es una muestra de los registros que contenía la base de datos, denominada por el autor "Datasaurios: una experiencia con dinosaurios":

Nombre científico:	Brontosaurus
Nombre común:	Lagarto atronador
Ubicación:	Estados Unidos
Período histórico:	Jurásico
Peso:	80.000 libras
Altura:	30 pies
Longitud:	70 pies
Descripción:	Patatas de lagarto, cola de 30 pies en forma de látigo, patas delanteras más cortas que las traseras, cuello largo, cabeza parecida a la del caballo, dientes parecidos a los del cerdo, cerebro del tamaño de un puño.
Dieta:	Herbívoro, comía ramas de pino, abeto, y secuoyas.
Locomoción:	Cuadrúpedo
Otros datos:	El más conocido de todos los dinosaurios, uno de los más grandes, viajaba en manadas

Uno de los maestros que realizó esta actividad didáctica en sus clases de ciencias manifestó: "Los alumnos pueden apreciar cómo los científicos formulan sus diversas teorías basados en los datos de la realidad, y se dan cuenta que también ellos pueden recoger y evaluar evidencias con las cuales sustentar otras teorías distintas, pero igualmente válidas".

Ejemplo 2: Química

Strickland y Hoffer [6] describen la siguiente experiencia didáctica en la que integran el uso de una base de datos al trabajo de laboratorio en un curso de *química* del bachillerato.

Inicialmente se discutió en clase la siguiente pregunta "Qué propiedades físicas resultan útiles para identificar sustancias puras?". Los estudiantes hicieron listas de propiedades tales como estado físico, punto de fusión, color, solubilidad, y densidad. Con estas

propiedades crearon una primer plantilla en la base de datos. Para que todos los alumnos pudieran observar y participar en la generación de esta plantilla el maestro utilizó un monitor de pantalla grande. A continuación los alumnos consultaron en un manual de física y química (Handbook of Physics and Chemistry) otras propiedades físicas de compuestos simples, y consignaron esta información en el computador. Luego se asignó a cada estudiante la tarea de investigar las características de tres sustancias puras y entrarlas a la base de datos.

Como los estudiantes requerían inicialmente algunas destrezas mínimas en el manejo de la base de datos, tales como la capacidad de buscar, separar, escoger, agrupar, e imprimir información, se diseñaron algunas actividades para su ejercitación. Esta práctica consistió en una serie de problemas cuya solución exigía la búsqueda apropiada de información en la base de datos. Estos son algunos de los problemas planteados:

1. Cuántos líquidos se describen en la base de datos? Cuántos sólidos? Es el estado físico un buen descriptor para diferenciar sustancias? Explique su respuesta.
2. Cuántas de las sustancias descritas en la base de datos son solubles en agua? Es la solubilidad en sí misma un buen discriminador? Explique su respuesta.
3. Cuántas sustancias tienen puntos de fusión mayores de 100 grados, y menores de 150?
4. Cuántas de las sustancias líquidas descritas en la base de datos conservan su estado líquido cuando la temperatura es menor de 10 grados?, menor de 0 grados? Es el punto de congelación un buen discriminador?
5. Cuántas sustancias en la base de datos son amarillas? Es el color de una sustancia un buen discriminador?

La actividad siguiente tenía como objetivo aplicar en el laboratorio la capacidad de búsqueda de información adquirida con la base de datos. Los estudiantes debían determinar la identidad de un material puro midiendo sus propiedades físicas, y consultando luego en la base de datos el nombre de la sustancia que mejor correspondía a los datos obtenidos. Para simular las condiciones de investigación y fomentar el ahorro de materiales, los estudiantes recibieron sólo 20 gramos de un material sólido, o 25 mililitros de sustancias líquidas.

Esta estrategia didáctica permitió que los estudiantes aprendieran de manera directa varios conceptos importantes en la conducción exitosa de procedimientos característicos de la investigación experimental, tales como:

- Determinar con mayor precisión el valor de una propiedad física realizando más de una medición a varias muestras.

- Utilizar criterios de búsqueda para un rango de valores de una variable, no para un sólo valor exacto.
- Enfocar mejor una consulta empleando como criterio de búsqueda observaciones o mediciones de más de una propiedad física, por ejemplo, solubilidad y punto de fusión.

La utilización de la base de datos en esta práctica de laboratorio disminuyó en la mitad el tiempo requerido por los estudiantes para identificar correctamente una sustancia pura. Además, el desempeño de los estudiantes en un test elaborado por el maestro sobre propiedades físicas y sus aplicaciones, fue significativamente mejor que antes de incorporar la base de datos en la referida actividad de laboratorio. Según concluyen los autores, esta experiencia demostró que la actividad de indagación científica mediante el uso de una base de datos constituye una estrategia muy eficiente para potenciar en los estudiantes el desarrollo de destrezas cognitivas de orden superior.

Ejemplo 3: Biología

Hartson [7], un docente y bibliotecólogo, desarrolló el siguiente proyecto con alumnos de tercero a sexto grado (8-12 años), en el cual combina el uso de *simulaciones*, *bases de datos*, y *experiencias de campo*. La primera actividad fue observar una serie de diapositivas narradas sobre el desarrollo de semillas y el crecimiento de plantas. Luego sembraron granos de frijol y examinaron su evolución. Para ello utilizaron ocho cubetas con las cuales buscaban controlar cuatro variables: luz, agua, calidad de la tierra, y temperatura. Las otras cuatro cubetas sirvieron como controles. Los alumnos observaron y registraron el crecimiento, color, follaje, altura, y estado de salud de las plantas.

Posteriormente cada estudiante escogió un vegetal de la lista incluida en la *simulación Lunar Greenhouse*, parte de un programa denominado *Science Inquiry Series* de la MECC. Para recolectar información sobre estas plantas emplearon también enciclopedias (como la World Book Encyclopedia), catálogos de semillas, y sobres o bolsas con semillas, los cuales tienen en el reverso información sobre temperatura, tiempo de maduración, requerimientos de agua, y valor nutricional.

Antes de entrar los datos al computador, se consignaron y organizaron en hojas de trabajo. El siguiente es un ejemplo del formato de los registros elaborados para cada planta:

<i>Planta:</i>	<i>Estatus:</i>
<i>Valor económico:</i>	<i>Valor humano:</i>
<i>Región:</i>	<i>Habitat:</i>
<i>Pestes:</i>	<i>Ecología:</i>

<i>Expectativa de vida:</i>	<i>Maduración:</i>
<i>Altura:</i>	<i>Humedad:</i>
<i>Semillas por año:</i>	<i>Agresividad (1-12):</i>
<i>Sombra (1-12):</i>	

Una vez terminados, editados, y fusionados todos los archivos en una base de datos, el profesor enseñó a los alumnos cómo buscar, manipular, seleccionar, y organizar los registros. Inicialmente, utilizando un retroproyector, les hizo algunas demostraciones sobre la manera de clasificar, localizar, comparar, predecir, observar relaciones, y hacer generalizaciones. Luego les formuló preguntas que los alumnos debían resolver sin él apoyo de su demostración. Algunas de estas preguntas fueron:

- Encuentre 5 vegetales que a Ud. le guste comer crudos, y que pueda cultivar.
- Cuáles vegetales cultivaría Ud. si necesitara más vitamina C en su dieta?
- Cuáles plantas podría Ud. cultivar en nuestro clima cuando el período de cultivo es menor de 90 días y la lluvia escasa?
- Cuáles plantas no se reproducen mediante semillas?
- Cuáles plantas necesitan más calor? Por qué?

La fase siguiente del proyecto tuvo lugar en el laboratorio, donde los alumnos vivieron la experiencia de cultivar algunas especies controlando las variables que ya conocían, y evaluando los resultados de sus siembras. El conocimiento previo adquirido durante la recolección de datos y el estudio de la simulación fueron de gran ayuda en esta tarea experimental.

Cuando el proceso de cultivo de los vegetales revelaba nueva información que antes no habían registrado, la consignaban en la base de datos. Así mismo, cuando tenían alguna duda sobre la forma de proceder con los cultivos buscaban instrucciones en los archivos del computador. De esta forma, la base de conocimientos creada por ellos mismos les ayudó realizar exitosamente su trabajo experimental. A su vez, estas prácticas de cultivo arrojaron nueva información para agregar a la base de datos. Según lo anota el profesor Hartson, esta es una buena aproximación al trabajo científico.

Ejemplo 4: Matemáticas

Aunque las bases de datos parecen haber inspirado un mayor número de estrategias didácticas en las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales, también en matemáticas

existen ciertos dominios cuya enseñanza y aprendizaje podrían beneficiarse del inmenso poder que ofrecen estas herramientas para organizar conjuntos de datos.

Ford [8] proporciona un ejemplo interesante de cómo utilizar una base de datos para explorar conceptos geométricos. Según ella, el estudiante debe tener la oportunidad de identificar, analizar, y clasificar formas geométricas a través de diversas experiencias de razonamiento de carácter concreto y abstracto, y eventualmente aplicar estas propiedades geométricas a ciertas situaciones o problemas. En esta propuesta didáctica, concebida para grados intermedios de educación básica primaria, los alumnos determinan los atributos geométricos de una serie de figuras como triángulos, cuadriláteros, pentágonos etc., y organizan un base de datos con esta información. Posteriormente utilizan este recurso para formular y resolver preguntas sobre conceptos y relaciones geométricas.

Esta propuesta permite aplicar las sugerencias hechas por los matemáticos Holandeses van Hiele en 1959, según los cuales el aprendizaje de la geometría discurre a través de 5 niveles:

1. Visualización- El alumno estudia visualmente las formas geométricas, reconociéndolas globalmente sin referencia a las propiedades de sus componentes.
2. Descripción- El alumno analiza las diversas formas basado en sus componentes o atributos, y establece las propiedades correspondientes.
3. Deducción/ordenación informal- El alumno ordena las figuras lógicamente utilizando las propiedades establecidas, y se formulan las definiciones.
4. Deducción formal- El alumno desarrolla una serie de teoremas dentro de un sistema geométrico, soportando cada teorema en una prueba aceptable.
5. Rigor- El alumno estudia los fundamentos de la geometría variando los postulados para crear sistemas diferentes.

La primera actividad que realizan los alumnos en esta estrategia didáctica consiste en observar una figura y determinar sus características geométricas. Por ejemplo, toman un rectángulo y observan en él atributos tales como: líneas perpendiculares, líneas paralelas, ángulos rectos, lados iguales opuestos etc. Si es necesario pueden utilizar transportadores y reglas para verificar las mediciones de ángulos y lados. Posteriormente se realizan discusiones colectivas en las cuales estas listas de atributos se analizan, se comparan, y se fusionan dando lugar a una lista de categorías y descriptores como la siguiente:

CATEGORÍAS	DESCRIPTORES
<i>Tipo de lados:</i>	Igual, desigual, paralelo, opuesto, intersección, perpendicular

<i>Número de lados:</i>	3, 4, 5 etc.
<i>Tipos de ángulos:</i>	Obtuso, agudo, recto etc.
<i>Número de ángulos:</i>	3, 4, 5 etc.
<i>Suma ángulos interiores:</i>	180, 360, etc.
<i>Nombre del polígono:</i>	Triángulo isósceles, equilátero, escalone, recto, agudo, obtuso; cuadrado; paralelogramo; rombo; trapecio etc.
<i>Clase de polígono:</i>	Triángulo, cuadrilátero, pentágono, hexágono etc.

El paso siguiente es crear un archivo en la base de datos en el cual las categorías constituyen los campos, y los descriptores se utilizan como registros. Por ejemplo, para el *rectángulo* se tendrán los siguientes datos:

CAMPOS	DATOS
<i>Clase de polígono:</i>	cuadrilátero
<i>Nombre del polígono:</i>	rectángulo
<i>Número de lados:</i>	4
<i>Lados iguales:</i>	2 pares
<i>Lados perpend. intersectos:</i>	4
<i>Número de ángulos:</i>	4
<i>Ángulos iguales:</i>	todos
<i>Ángulos rectos:</i>	4
<i>Ángulos agudos:</i>	0
<i>Ángulos obtusos:</i>	0
<i>Total grados interiores:</i>	360

Una vez creada la base de datos los alumnos pueden explorar y analizar este micromundo de conceptos geométricos mediante actividades de consulta para responder diversos interrogantes tales como:

- Qué figuras geométricas no tienen pares de lados iguales?
- Porqué cree Ud. que las formas triangulares aparecen con más frecuencia?
- Qué figuras tienen ángulos interiores que sumen 180 grados? A qué familia de polígonos pertenecen?
- Qué figuras tienen todos los lados iguales?
- Qué figuras tienen todos los ángulos iguales?

- Qué relación encuentran entre las formas geométricas que tienen los lados iguales y las que tienen los ángulos iguales?
- Qué figuras cuadriláteras tienen dos líneas simétricas?
- Qué otras características comunes tienen las figuras cuadriláteras?

Esta propuesta didáctica representa un claro ejemplo de aprendizaje basado en estrategias de descubrimiento, en la cual se utiliza el poder que una herramienta informática como la base de datos tiene para presentar, manejar, explorar, relacionar, analizar, y evaluar información.

REFERENCIAS

- 1 WATSON, J. (1991). *Teaching Thinking Skills with Databases*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education.
- 2 WHITE, C.S. (1987) "Developing information-processing skills through structured activities with a computerized file-management program" *Journal of Educational Computing Research*, **3**(3), 355-375.
- 3 HUNTER, B. (1985) "Problem Solving with Data Bases". *The Computing Teacher*, **12**(8), 20-27.
- 4 HANNAH. L. (1987) "Teaching Data Base Search Strategies". *The Computing Teacher*, **14**(9), 16-23.
- 5 KRUEGER, S. (1987) "Brontosaurus Meets the Computer". *The Computing Teacher*, Junio, p. 175-178.
- 6 STRICKLAND A.W. y Hoffer, T. (1991) "Integrating Computer Databases with Laboratory problems". *The Computing Teacher*, **18**(4), 30-32.
- 7 HARTSON, T. (1993) "Kid-Appeal Science Projects". *The Computing Teacher*, **20**(6), 33-36.
- 8 FORD, M.S. (1989) "Databasing Geometry in the Elementary Classroom". *The Computing Teacher*, **17**(1), 20-26.