



REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM

<http://revista.amiutem.edu.mx>

Publicación periódica de la Asociación Mexicana de Investigadores
del Uso de Tecnología en Educación Matemática.

Volumen IV Número 1 Fecha: Junio. 2016

ISSN: 2395-955X

Directorio:

Rafael Pantoja R.
Director

SOFTWARE LIBRE Y TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS
MATEMÁTICAS DISCRETAS

José Francisco Villalpando Becerra, Rafael Pantoja Rangel

Eréndira Núñez P.
Lilia López V.

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,
Universidad de Guadalajara. México

Sección: Selección de artículos

jose.villalpando@red.cucei.udg.mx, rpantoja@prodigy.net.mx

Elena Nesterova

Alicia López B.

Sección: Experiencias Docentes

Para citar este artículo:

Villapando, J. F. y Pantoja, R. (2016). Software libre y TIC en la enseñanza de las matemáticas discretas. *Revista Electrónica AMIUTEM*. Vol. IV, No. 1. Publicación Periódica de la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática. ISSN: 2395-955X. México.

Christian Morales O.
Sitio WEB

Esnel Pérez H.

Lourdes Guerrero M.

Sección: Geogebra

ISSN: 2395-955X

Revista AMIUTEM, Año 4, No. 1, Enero - Junio 2016, Publicación semestral editada por la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C., Calle Gordiano Guzmán #6, Benito Juárez, C.P.49096, Ciudad Guzmán Jalisco, Teléfono: 3411175206. Correo electrónico: <http://www.amiutem.edu.mx/revista>, revista@amiutem.edu.mx. Editor responsable: M.C. Christian Morales Ontiveros. Reserva derechos exclusivos al No. 042014052618474600203, ISSN: 2395.955X, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C., Antonio de Mendoza No. 1153, Col. Ventura Puente, Morelia Michoacán, C.P. 58020, fecha de última modificación, 10 de julio de 2016.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados es responsabilidad del autor. Se autoriza la reproducción total o parcial

SOFTWARE LIBRE Y TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS DISCRETAS

José Francisco Villalpando Becerra, Rafael Pantoja Rangel

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.
México

jose.villalpando@red.cucei.udg.mx, rpantoja@prodigy.net.mx

Palabras clave: Software libre, tecnologías de la información y la comunicación,
Matemáticas Discretas, actividades didácticas

Resumen

En la Universidad de Guadalajara se ha sugerido utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación y el software libre para que sea incluido en la materia Matemáticas Discretas. La misma se imparte en las Ingenierías en Informática y en Computación en algunos Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara. Además, para cumplir los objetivos de su contenido temático se elaboraron dieciséis actividades didácticas enfocadas en problemas cotidianos, cada uno debe ser resuelto apoyado en el manejo de diversas herramientas computacionales y software libre.

Introducción

Desde hace más de 30 años nos hemos acostumbrado a que quien vende un programa de matemáticas, imponga las condiciones bajo las que puedo usarlo. Dicho software, no siempre se adapta a nuestras necesidades. Esto no tiene por qué ser así, y es precisamente el software libre el que concede las libertades que en muchas ocasiones el software comercial niega.

Así pues, el término software libre se refiere a libertad si el usuario tiene los siguientes derechos o libertades:

- Ejecutar el programa en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.
- Estudiarlo y adaptarlo a nuestras necesidades.
- Redistribución, de modo que se nos permita colaborar con vecinos y amigos.
- Mejorar el programa y publicar las mejoras.

Estas libertades exigen el código fuente del programa. Las mismas se pueden garantizar, de acuerdo con la legalidad vigente, por medio de una licencia. En ella se plasman las libertades, pero también restricciones compatibles con ellas, como dar crédito a los autores originales si se redistribuye. Incluso puede obligar a que los programas ajenos mejorados por nosotros también sean libres, promoviendo así la creación de más software libre (De Nápoli, 2012).

Una ventaja de usar software libre en la docencia, en particular en la enseñanza de las matemáticas, es que se pueden distribuir copias del programa legalmente a los alumnos. Esto permite que puedan utilizar el programa en sus casas. La licencia del programa nos autoriza a hacerlo (Villalpando, 2011).

La UNESCO (2005) define a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como un conjunto de disciplinas científicas, tecnológicas, de ingeniería y de técnicas de gestión utilizadas en el manejo y procesamiento de la información: sus aplicaciones, las computadoras y su interacción con los hombres y máquinas; y los contenidos asociados de carácter social, económico y cultural.

La utilización de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas Discretas se da de manera natural, ya que estas son consideradas como una de las áreas de las matemáticas modernas que ha experimentado mayor crecimiento en los últimos años, debido principalmente a su estrecha relación con el desarrollo y evolución de las computadoras (Villalpando Becerra y García Sandoval, 2014).

Dicho tipo de matemáticas estudian los conceptos que tienen un ámbito finito y surge como una disciplina que unifica diversas áreas, en apariencia tan dispersas, como lo son: lógica y cálculo proposicional, teoría de conjuntos, teoría de grafos, teoría de árboles, combinatoria, álgebra booleana, relaciones, inducción matemática, análisis y diseño de algoritmos, relaciones binarias, relaciones de recurrencia, etc.

Matemáticas Discretas y software libre en la Universidad de Guadalajara

En los Centros Universitarios de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), de los Altos (CUAltos), de la Ciénega (CUCiénega), de los Lagos (CULagos) y de la Costa (CUCosta) de la Universidad de Guadalajara (UdeG) se imparten las carreras de ingeniería en computación e ingeniería informática, cuyos planes de estudio han sido modificados recientemente. En los dictámenes del H. Consejo General Universitario (2012a y 2012b) se aclara que dichos planes deben ser de forma modular y por competencias.

Una de las principales modificaciones a los mismos, consistió en incluir la materia I5892 Matemática Discreta, en ambas ingenierías, en el primer semestre como materia obligatoria, la cual corresponde al área de formación básica común y al módulo 1 denominado arquitectura y programación de sistemas.

En el contenido temático de la misma se incluye como objetivo el manejo de herramientas computacionales en la resolución de problemas, es decir, la utilización de las TIC, y como competencia a desarrollar el manejo de la matemática como lenguaje para los sistemas inteligentes y utilización de software libre para la solución de problemas.

Marco Teórico

Arratia, Jáñez, Martín y Pérez (2002) muestran la relación entre la matemática y las TIC y afirmando que los grandes avances en la informática y la comunicación de los últimos años, hacen prever una revolución que está sólo en sus inicios y que hoy en día es una realidad. Las tecnologías se utilizan para comunicarse, como herramienta de trabajo y también como instrumento de ocio. Aparecen en todas las parcelas de la vida actual, desde la investigación científica hasta el mundo de la empresa, pasando por la enseñanza. En esta última, se puede considerar que el uso de estos avances, favorece el desarrollo de capacidades intelectuales y la adquisición de destrezas por parte del alumno, mediante una nueva forma de organizar, distribuir, representar y codificar la realidad.

Villalpando, García y Rodríguez (2013) afirman que la utilización de software libre en la enseñanza de las matemáticas permite que los alumnos puedan utilizarlo en sus casas pues la licencia del programa autoriza a hacerlo. Otra ventaja es que permite acceder al

conocimiento que hay detrás del software. Utilizando software libre, tanto alumnos como investigadores pueden, por ejemplo, consultar el algoritmo que utiliza el programa para realizar determinado cálculo, incluso pueden tomar el código fuente en sus manos y mejorarlo, o adaptarlo para hacer algo diferente.

Según Agudelo y Flores (2000) en el campo de la didáctica, cuando se habla de actividades, se hace referencia a las ejercitaciones que diseñadas y planificadas, tienen la finalidad que mediante un conjunto de prácticas continuas centradas en los educandos, se logren los objetivos propuestos.

Gómez (2006) manifiesta que las actividades, son el medio para movilizar el entramado de comunicaciones que se pueden establecer en clase; las relaciones que allí se crean definen los diferentes papeles del profesorado y el estudiantado. De este modo, las actividades, y las secuencias que forman, tendrán unos y otros efectos educativos en función de las características específicas de las relaciones que posibilitan.

La misma autora afirma que desde este punto de vista, las actividades didácticas abarcan tanto las actuaciones del docente y del educando, como las interacciones que de ellas se derivan. La manera de relacionarse en clase y el grado de participación de docentes y estudiantes estará en función de la concepción del aprendizaje que se maneje. Las actividades que están inmersas en los procesos didácticos, contribuyen al logro de las competencias, a la construcción de los aprendizajes por parte de los discípulos y favorece la función mediadora del docente.

Entonces, se puede decir que las actividades didácticas, son un instrumento que organizan y coordinan intencionalmente las acciones de docentes y alumnos, en función del sentido del aprendizaje que se desea promover. Para la materia I5892 Matemáticas Discretas la planificación de las mismas se centró en la interacción entre el contenido temático, el docente y el alumno.

Metodología

Para cumplir los objetivos y competencias del contenido temático de la materia I5892 Matemáticas Discretas, se le asignaron al curso dieciséis actividades didácticas, que coinciden con la cantidad de semanas efectivas de clases, que se diseñaron de tal forma que se entregarán, la primera al final de la primera semana de clases, la segunda al final de la segunda semana y así sucesivamente hasta completar todas las actividades. Para cada una de las actividades se eligió un problema, preferentemente cotidiano, enfocado en alguna área específica de las Matemáticas Discretas, que puede ser resuelto utilizando software libre.

En la dirección <http://hypatia.cucei.udg.mx/reforma/cursos/mat-discreta/actividades.php> (figura 1) se alojaron en línea las actividades didácticas en formato Word. Cada alumno debe descargarlas y contestarlas directamente en el archivo descargado. En dicho archivo se deben incluir todos los cálculos realizados o la captura de pantalla correspondiente, según sea el caso, posteriormente deben ser impresas entregadas al profesor en el tiempo señalado.

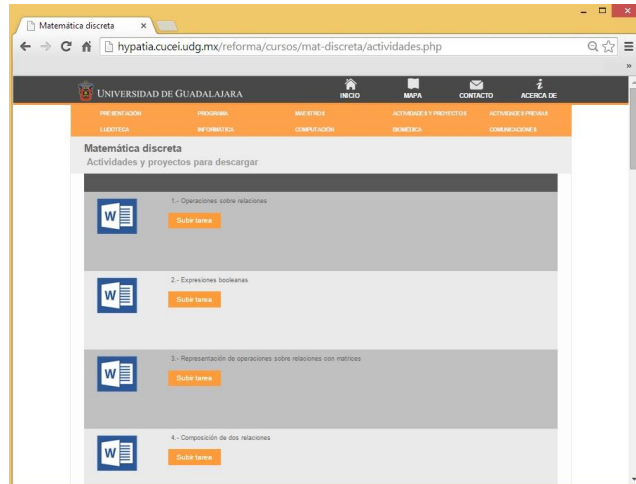


Figura 1. Ubicación de las actividades didácticas.

Como se mencionó, las Matemáticas Discretas unifican diversas áreas de las matemáticas, por lo que los criterios mínimos que el software libre debía cumplir, para ser considerado como un producto viable, para resolver los problemas de las actividades didácticas fueron los siguientes:

- Se aplique a un área específica de la Matemática Discreta y que resuelva problemas propios de esa área.
- Contar con documentación de instalación y manual de usuario, en caso de no contar directamente, que exista información en internet de cómo hacerlo.
- Contar con un asistente de instalación, en caso de con contar con uno, que su instalación sea sencilla.
- Poder ser instalado en diferentes sistemas operativos.

Resultados

Después de un análisis exhaustivo, por parte de los autores, del software libre para resolver los problemas de las actividades didácticas se eligieron los programas: *Magrada* para grafos y árboles, *Wiris* para relaciones y combinatoria, *Dia* para expresiones booleanas y bases de datos, *Windis* también para grafos y árboles, y *Maxima* para relaciones y combinatoria. A continuación se describe brevemente cada uno los programas mencionados.

MaGraDa

Es un applet gratuito programado en Java y diseñado específicamente para trabajar con grafos y árboles. Trabaja con grafos tanto dirigidos como no dirigidos (Figura 2) y ponderados como no ponderados. Es sencillo y cómodo de manejar, está basado en menús sobre pantalla y consta de dos pantallas de visualización. La dirección donde se puede descargar es <http://www.dccia.ua.es/~jpenades/MaGraDa/MaGraDa.html>.

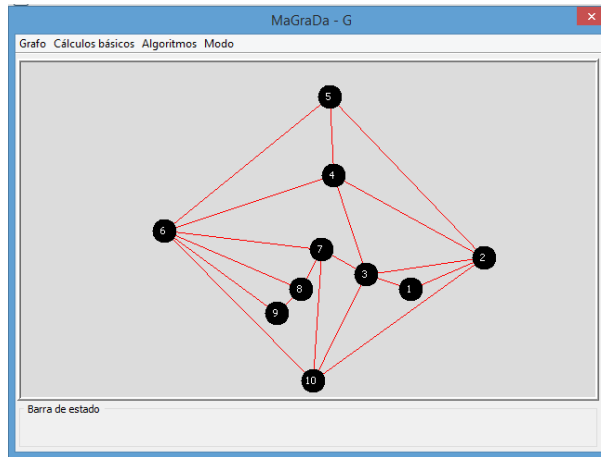


Figura 2. Grafo no dirigido en MaGraDa.

Dia

Es un editor de diagramas que soporta más de 30 tipos de diagramas diferentes, tales como diagramas de flujo, diagramas de red, modelos de bases de datos (figura 3), expresiones booleanas, circuitos lógicos, etc. Además tiene una gran cantidad de objetos previamente diseñados que ayudan a dibujar diagramas profesionales. El mismo se puede descargar de la dirección <http://dia-installer.de/download/index.html>.

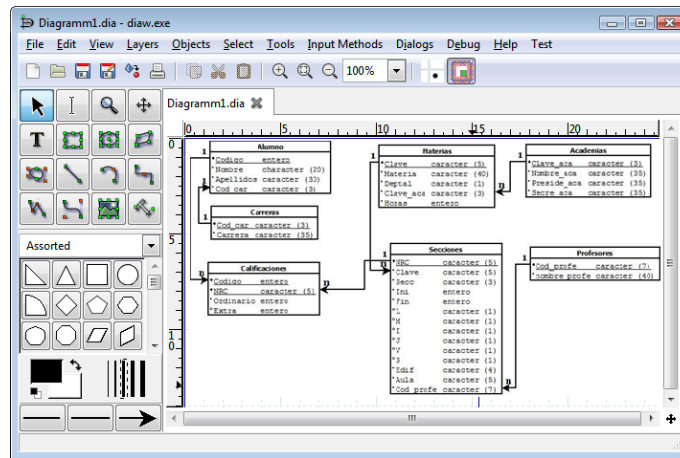


Figura 3. Diagrama realizado en Dia.

Wiris (on line)

Es una plataforma de cálculo matemático que funciona “on line” a través de cualquier navegador de Internet utilizando un applet de Java, el mismo puede ser ejecutado directamente en la dirección <http://www.wiris.net/melilla.es/wiris/es/index.html>. Existe una versión “off line” denominada Wiris Little que puede descargarse de la dirección <http://www.wiris.com/download/bruno/windows/setup.exe>.

Con Wiris se pueden realizar operaciones con números enteros, racionales, radicales, decimales, reales y complejos. Funciones trascendentes de variable reales (trigonométricas, exponenciales y logarítmicas). Progresiones aritméticas y geométricas. Permutaciones y combinaciones. Listas y conjuntos. Unión, intersección y complementario

de listas y conjuntos. Factorial y coeficientes binomiales. Algunos cálculos con Wiris se muestran en la figura 4.

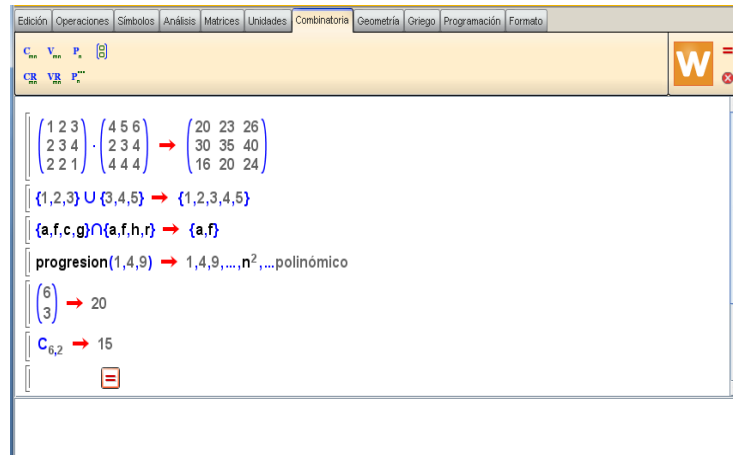


Figura 4. Cálculos realizados en Wiris.

Windisc

Es un conjunto de subprogramas gratuitos, que se ocupan de temas de Matemática Discretas, tales como el problema del viajante, árboles, grafos, coloreado de mapas, circuitos de Euler y de Hamilton, etc. También se puede trabajar con grafos tanto dirigidos como no dirigidos (figura 5) y ponderados como no ponderados. Se puede descargar de la dirección <http://math.exeter.edu/rparris/windisc.html>.

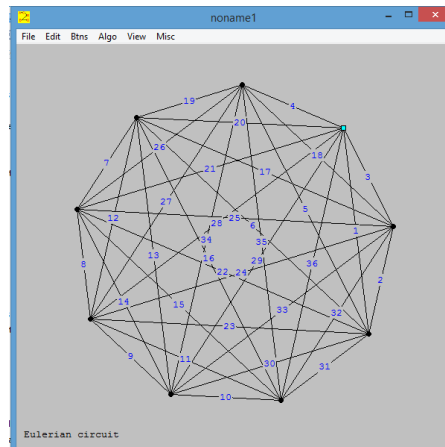


Figura 5. Grafo no dirigido en MaGraDa.

Maxima

Es un sistema de algebra computacional (CAS, por sus siglas en ingles), para la manipulación de expresiones simbólicas y numéricas, incluyendo diferenciación, integración, expansión en series de Taylor, transformadas de Laplace, ecuaciones diferenciales ordinarias, sistemas de ecuaciones lineales, vectores, matrices, combinatoria (figura 6), operaciones con conjuntos y tensores. Maxima produce resultados de alta precisión usando fracciones exactas, números enteros de precisión arbitraria y números de coma flotante con precisión variable (Villalpando, 2011). Adicionalmente puede graficar

funciones y datos en dos y tres dimensiones. Se puede descargar de la dirección <http://maxima.sourceforge.net>.

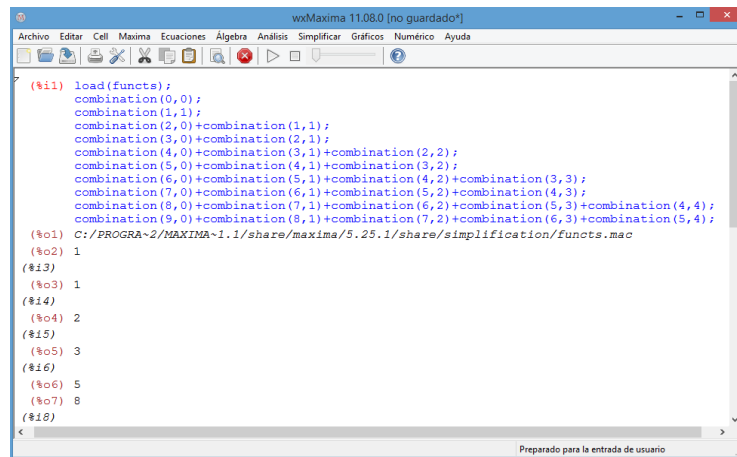


Figura 6. Cálculos de combinatoria realizados en Maxima.

En la tabla 1 se muestran las dieciséis actividades didácticas diseñadas para el curso, así como el software libre con el que se deben de resolver los problemas incluidos en las mismas.

Tabla1. *Actividades didácticas y software libre utilizado.*

| Actividad Didáctica | Software libre utilizado |
|---|---------------------------------|
| 1. Operaciones sobre relaciones. | <i>Maxima</i> |
| 2. Expresiones booleanas. | <i>Dia</i> |
| 3. Representación de operaciones sobre relaciones con matrices. | <i>Maxima</i> |
| 4. Composición de dos relaciones. | <i>Wiris</i> |
| 5. Bases de datos y relaciones. | <i>Dia</i> |
| 6. Clases de equivalencia. | <i>Maxima</i> |
| 7. Permutaciones y combinaciones. | <i>Maxima</i> |
| 8. Rompecabezas 15 (más permutaciones y combinaciones). | <i>Maxima</i> |
| 9. Identidades combinatorias. | <i>Maxima</i> |
| 10. Propiedades del Triángulo de Pascal. | <i>Maxima</i> |
| 11. Problema del camino más corto. | <i>MaGraDa</i> |
| 12. Grafos isomorfos. | <i>MaGraDa</i> |
| 13. Paseos y circuitos de Euler. | <i>MaGraDa</i> |
| 14. Paseos y circuitos de Hamilton. | <i>Windisc</i> |
| 15. Coloreado de grafos y número cromático. | <i>Wiris y Windisc</i> |
| 16. Grafos en general. | <i>MaGraDa</i> y <i>Windisc</i> |

Alcances y límites

El contenido temático de la materia I5892 Matemáticas Discretas, es el mismo para las carreras de ingeniería en computación e ingeniería informática que se imparte en los centros universitarios CUCEI, CUAItos, CUCiénega, CULagos y CUCosta, siendo la primera ocasión que se utilizan TIC y software para la enseñanza de la materia.

Las actividades didácticas, se diseñaron por petición del Director de la División de Electrónica y Computación (DIVEC) del CUCEI, desconociendo si las mismas han sido utilizadas en los demás centros universitarios, ya que los únicos profesores que recibieron capacitación sobre el uso del software libre y la filosofía de las mismas, fueron precisamente los de CUCEI.

Al ser la primera ocasión en la que se utilizan TIC y software libre para la enseñanza de las Matemáticas Discretas, algunos de los estudiantes reconocieron posibles fallas, que deben ser superadas, en relación al manejo de las actividades didácticas y de las actitudes que se asumen al trabajar con este tipo de actividades.

La materia no se imparte en ningún laboratorio de cómputo, ya que los estudiantes, casi en su totalidad, cuentan con computadora ya sea personal o de escritorio.

Ejemplo de una actividad didáctica

En cada actividad didáctica se inicia con una introducción del tema a tratar, en algunos casos también presenta algún ejemplo sencillo, posteriormente se indica en qué consiste el problema a resolver así como diversas preguntas relacionadas con el mismo, y finalmente con qué software debe ser resuelto.

En la figura 9 se muestra la actividad didáctica 7, denominada “permutaciones y combinaciones”. En la parte *i*) de dicha figura se presenta la introducción al tema a tratar, además de un pequeño ejemplo.

En la parte *ii*) se explica una variante del juego de las canicas que hay en la ferias, el cual será el problema a tratar. Posteriormente se indica con qué software libre se resolverán las preguntas relacionadas con el problema, que en este caso son siete.

Conclusiones

Si partimos del convencimiento de que la educación no tiene por objeto exclusivamente transmitir una serie de conocimientos técnicos o prácticos, sino que busca fundamentalmente transmitir valores socialmente positivos, resulta claro que la utilización de software libre contribuyó a este propósito.

Además resultó ser no solo es una excelente estrategia didáctico-pedagógica sino también económica, pues el ahorro derivado de su utilización posibilitó que los estudiantes tengan las herramientas de software que necesitan, además de no haber problemas con costos por renovaciones de licencias.

Al utilizar TIC y software libre en el diseño de las actividades didácticas, se logró fortalecer y desarrollar las competencias propuestas en el contenido temático de la materia I5892 Matemáticas Discretas para las carreras de ingeniería informática y computación en el CUCEI de la UdeG. Además contribuyeron a la construcción de los aprendizajes por parte de los alumnos y favorecieron la función mediadora del docente.

Los alumnos al tener casi total libertad sobre cómo debían ser entregadas las actividades, lograron potenciar y diversificar su forma de trabajar, ya que no se exige que sean entregadas en algún formato específico, solamente que fueran contestadas en el archivo descargado e impresas para posteriormente ser entregadas en el tiempo señalado.

Matemática Discreta - Actividad Didáctica 7 - Permutaciones y combinaciones

Actividad Didáctica 7

Permutaciones y combinaciones

Introducción

Las permutaciones de un conjunto $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ son todas las ordenaciones de los elementos del conjunto. Todos los elementos deben ser distintos. Por ejemplo, las permutaciones del conjunto $\{1, 2, 3\}$ son:

1, 2, 3 1, 3, 2 2, 1, 3 3, 2, 1 2, 3, 1 3, 1, 2

El número de permutaciones de un conjunto de n elementos es

$${}_n P_n = n!$$

Las permutaciones- r de un conjunto de n elementos distintos son todas las ordenaciones de tamaño r de elementos del conjunto, sin que existan repeticiones, para calcularlas es

$${}_n P_r = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Algunos autores le llaman *variaciones* ${}_n V_r$ sin repetición a este tipo de permutaciones.

Un caso especial de las permutaciones es cuando los n elementos son distintos pero pueden repetirse al momento de ordenarlos o seleccionarlos. Algunos autores le llaman *variaciones con repetición* y esta dado por n^r , o para dichos autores

$${}_n V_r = n^r$$

Las permutaciones con repetición son las disposiciones ordenadas de n elementos de modo que del primer tipo hay n_1 , del segundo tipo n_2 , ... y, del k -ésimo tipo hay n_k . Por tanto, $n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$. Para calcular dichas permutaciones es

$$\frac{n!}{n_1! \cdot n_2! \cdot \dots \cdot n_k!}$$

Las combinación- r de un conjunto de n elementos distintos son en realidad subconjuntos de tamaño r elementos del conjunto. Para calcularlas es

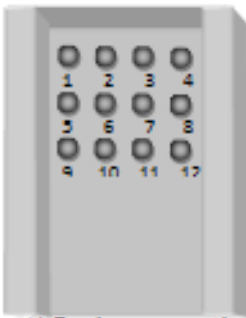
$${}_n C_r = \binom{n}{r} = \frac{n!}{(n-r)! \cdot r!}$$

Finalmente las combinaciones con repetición es esencialmente una lista de tamaño r de elementos del conjunto que pueden repetirse al acomodarse o seleccionarse. Para calcular dichas combinaciones es

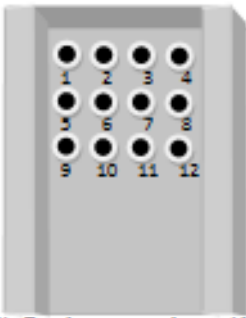
$${}_n C_r = \binom{r+n-1}{r} = \binom{r+n-1}{r-1}$$

Matemática Discreta – Actividad Didáctica 7 – Permutaciones y combinaciones

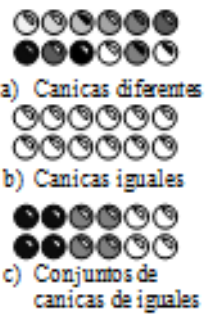
Actividad: Llegamos a una feria y nos dirigimos al juego de las canicas. Hay dos tipos de juegos con 12 agujeros, el que cada agujero puede contener sólo una canica y el que cada agujero puede contener la cantidad de canicas que sea. Además se tienen tres tipos de canicas, todas diferentes, todas iguales y conjuntos de canicas iguales; cada uno con 12 canicas.



A) Puede contener solo una canica



B) Puede contener la cantidad de canicas que sea



a) Canicas diferentes
 b) Canicas iguales
 c) Conjuntos de canicas de iguales

Con *Maxima* obtener lo que se pide a continuación, indicando que tipo es:

| | Operación | Tipo | Instrucción y resultado |
|----|--|------|-------------------------|
| 1. | ¿De cuantas formas se pueden colocar las 12 canicas diferentes en el juego que contiene solo una canica? | | |
| 2. | ¿De cuantas formas se pueden colocar las 12 canicas iguales en el juego que contiene solo una canica? | | |
| 3. | B) ¿De cuantas formas se pueden colocar las 12 canicas diferentes el juego que contiene las canicas que sean? | | |
| 4. | b) B) ¿De cuantas formas se pueden colocar las 12 canicas iguales en el juego que contiene las canicas que sean? | | |
| 5. | c) A) ¿De cuantas formas se pueden colocar las 12 canicas con conjuntos de canicas iguales en el juego que contiene solo una canica? | | |
| 6. | ¿De cuantas formas se pueden colocar 6 canicas diferentes el juego que contiene solo una canica? | | |
| 7. | ¿De cuantas formas se pueden colocar 6 canicas iguales el juego que contiene solo una canica? | | |

- 2 -

ii)

Figura 9. Actividad didáctica 7: *i)* introducción, *ii)* problema a resolver.

Referencias bibliográficas

Agudelo R. y Flores F. (2000). Actividades Didácticas. *ALFAOMEGA*, (3ra ed.). Oxford México: University Press.

- Arratia, O., Jáñez, L., Martín, M. A., y Pérez, M. T. (2002): *Matemáticas y nuevas tecnologías: educación e investigación con manipulación simbólica*. Depto. de Matemática Aplicada a la Ingeniería. E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid, España.
- De Nápoli P. (2012). *Software Libre para enseñar o aprender Matemática, por qué y cómo*. <http://mate.dm.uba.ar/~pdenapo/charla-sl-matematica/charla-sl-matematica.pdf>. Consultado el 10 de septiembre de 2012.
- Gómez E. (2008). *Factores socioeconómicos y pedagógicos que inciden en el rendimiento académico en estudiantes*. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- H. Consejo General Universitario (2012a). *Dictamen Núm. I/2012/381 referente a la modificación del Plan de Estudios de la Ingeniería en Computación*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- H. Consejo General Universitario (2012b). *Dictamen Núm. I/2012/383 referente a la modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Informática*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- UNESCO (2005). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza. Manual para docentes ó cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC*. Montevideo, Uruguay: Ediciones Trilse.
- Villalpando B., J. F., García S., A. y Rodríguez C., J. A. (2013). *Manual para la materia de Cómputo para Ciencias*. Manual no publicado. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Villalpando B., J. F. y García S., A. (2014). *Matemáticas Discretas. Aplicaciones y Ejercicios* (1ra. ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Villalpando B., J. F. (2011). *Software libre para la enseñanza de las Matemáticas: en búsqueda de alternativas*. 8° Seminario Nacional: Enseñanza de las Matemáticas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Ciudad Guzmán, Jalisco, México.