

EXPERIENCIA FOTOMOSAICO: INTEGRANDO TECNOLOGÍA, CIENCIA, ARTE Y VALORES

Ana María Arias Roig
ariasroig@hotmail.com
Instituto Cristo Obrero – Argentina

Modalidad: Póster

Nivel educativo: Medio

Núcleo temático: VI. Matemáticas y su integración con otras áreas.

Palabras Clave: Fotomosaico, Geometría, Pitágoras, Estadística.

Resumen:

Un fotomosaico es una colección de fotografías pequeñas que, en conjunto, componen una única imagen más grande. A una distancia, sólo se ve una imagen, pero al acercar la vista pueden apreciarse las pequeñas fotos que la forman, generando un efecto hipnótico que invita a enfocar la atención, alternativamente, en el todo y en sus partes.

La Experiencia Fotomosaico, realizada con alumnos de los últimos años de Escuela Secundaria, consistió en investigar y experimentar el proceso de construcción de fotomosaicos. Investigaron los aspectos matemáticos, tecnológicos, biológicos y artísticos que hay en dicho proceso, experimentando algunas cuestiones con software apropiado. Finalmente, crearon el fotomosaico del Escudo del Instituto con imágenes de sus actividades y de su historia, generando en ellos una reflexión: en la diversidad hay un proyecto común que los identifica y los une.

La experiencia se propone entonces, como una forma de integrar tecnología, ciencia, arte y valores.

1. Introducción.

Un fotomosaico es una colección de fotografías pequeñas que, en conjunto, componen una única imagen más grande. A una distancia, sólo se ve una imagen, pero al acercar la vista pueden apreciarse las pequeñas fotos que la forman. El creador de los fotomosaicos fue Robert Silvers, del MIT, quien en 1997 presentó la imagen de la Princesa Diana formada por una colección de pequeñas fotografías de flores (Silvers, 2017). Enseguida la técnica se popularizó con más obras de Silvers y también de otros autores, pudiéndose ver impresas en revistas y pósteres o publicadas en Internet. (López Michelone, 2011)

En 2011, y con el fin de participar en una Feria de Ciencias, se le propuso a un grupo de alumnos de los últimos años del instituto investigar la técnica de construcción de fotomosaicos. Como habían visto ejemplos en pósteres y revistas, y les resultaban atractivos, la propuesta les interesó. Además, les pareció divertido poder confeccionar el fotomosaico del escudo del Instituto con

fotografías de sus actividades escolares. En este documento presentaré la secuencia de actividades que se realizaron en el proyecto, así como las conclusiones de la experiencia realizada.

2. Organización de la investigación.

Para que se introdujeran en el tema, se les pidió contestar todo lo que pudieran del siguiente cuestionario:

<u>CUESTIONARIO</u>	
1)	¿Qué es un píxel? Si un monitor tiene una resolución de 1200 x960, ¿cuántos megapíxeles tiene?
2)	¿Qué significan las siglas R.G.B.? ¿Qué color es el (255, 0,0)? ¿Y el (0, 255,0)?
3)	Completa los pasos para hacer un fotomosaico: (La información la encontrarás en el apunte de Lara Rodríguez)
	a. Elegir una foto base
	b.
	c. Buscar para cada cuadro una foto que tenga...
	d.
	e. Repetir pasos c y d hasta que....
4)	Dos imágenes tienen promedio de color naranja. ¿Podemos decir que una puede ser reemplazada por la otra? ¿Por qué?
5)	¿Cómo organizarías la base de imágenes para que la búsqueda sea más fácil?
6)	Investiga el software Fotomosaik Edda ¿qué datos hay que darle para obtener el fotomosaico?

Se les dio como bibliografía el trabajo de Lara Rodríguez (Lara Rodríguez, 2003), que está en castellano y es bastante fácil de entender. De todas maneras, todo se fue trabajando en distintos encuentros.

3. Las imágenes digitales.

El grupo de alumnos no tenía conocimientos de programación, por lo que las cuestiones tecnológicas hubo que abordarlas desde un nivel básico.

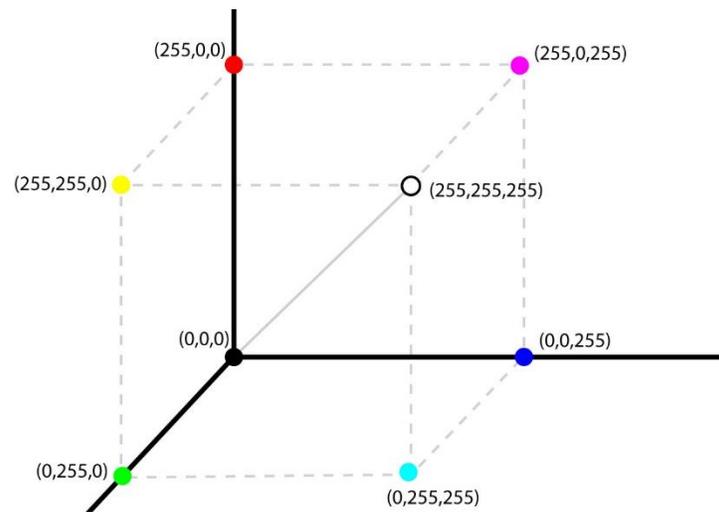
Lo primero que tuvieron que entender fue cómo se representan las imágenes digitalmente. Una imagen digital es una matriz de dos dimensiones, compuesta por píxeles (picture elements) (Murray & Van Ryper, 1996). En su representación más simple (formato BMP-RGB) un píxel puede ocupar 24 bits, 8 bits para rojo (Red), 8 bits para verde (Green), 8 bits para azul (Blue). De ahí el concepto de representación RGB.

En esta instancia se les hizo observar y deducir algunas cuestiones:

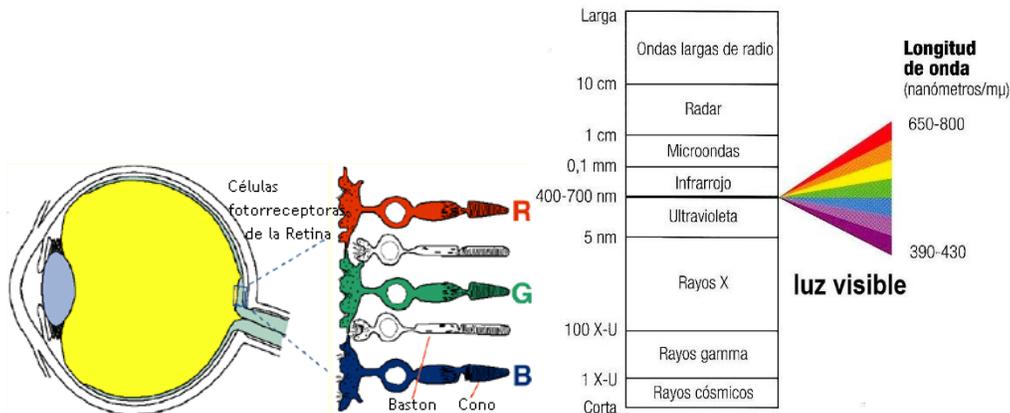
- Que si se tiene una imagen de 10x10 píxeles esa información en BMP RGB ocupa 24 x 100 bits o sea 300 bytes.
- Que en 8 bits se pueden representar 256 tonalidades.

- Que combinando 256 tonalidades de rojo, 256 de verde y 256 de azul, se puede representar $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ colores.
- Que podemos interpretar la terna de bytes R-G-B como una coordenada tridimensional, donde $(255, 0, 0)$ es la saturación de rojo, $(0, 255, 0)$ es la saturación de verde y $(0, 0, 255)$ es la saturación de azul, mientras que $(0, 0, 0)$ representa el negro y $(255, 255, 255)$ representa el blanco.

Fue de mucha utilidad que vieran la representación gráfica del Espacio de Colores RGB, no sólo para comprender lo dicho sobre las coordenadas de color sino para entender luego otras cuestiones del proceso de creación de fotomosaicos.



Por otra parte, era importante que supieran por qué se eligen el rojo, el verde y el azul para representar los colores. No fue muy difícil que lo averiguaran, ya que en Biología estaban estudiando el Ojo Humano. El ojo tiene dos tipos de fotorreceptores, llamados bastones y conos. Los bastones tienen mayor sensibilidad absoluta a la luz y son los responsables de la visión nocturna. Los conos son menos sensibles a la luz y se clasifican en “rojos”, “verdes” o “azules” según su sensibilidad espectral a las diferentes longitudes de onda: “larga”, “media” o “corta” respectivamente. (Colombo & O’Donell, 2002). Es decir, son las células llamadas conos las responsables de percibir los distintos colores del espectro visible, que abarca las longitudes de onda más largas (tonos rojos), medias (tonos verdes) o más cortas (tonos azules). Se profundizó entonces en los conceptos de espectro, longitud de onda visible y no visible.



4. El Algoritmo de Creación de Fotomosaicos.

A continuación analizaron el algoritmo de creación de fotomosaicos (Lara Rodríguez, 2003) que escrito en pseudo código dice:

```

CrearFotomosaico( Coleccion, Imagen)
Inicio
  Dividir Imagen en cuadros
  Repetir:
    Buscar en Coleccion la imagen más similar al cuadro: i
    Reemplazar cuadro por imagen i
  Hasta que no haya más cuadros por reemplazar
Fin

```

Como se observa, el algoritmo toma como entrada una Imagen Base y una Colección de imágenes. La salida es la transformada de la Imagen Base a partir de la división en cuadros reemplazados por imágenes de la Colección.

En primer lugar, en esta instancia se les hizo analizar:

- Ventajas de que las imágenes de la Colección sean del mismo tamaño.
- Ventajas de que el tamaño de la Imagen Base sea múltiplo del tamaño de las imágenes de la colección.
- Dada una imagen de NxM píxeles, en cuántos cuadros de nxm se puede dividir (siendo n divisor de N y m divisor de M)

5. Promedios y distancias entre imágenes.

El algoritmo dice que hay que buscar la imagen más similar al cuadro. Era necesario en esta instancia que entendieran que para que dos imágenes sean similares, deben tener colores parecidos, lo cual implica calcular el promedio de colores y luego la distancia entre los promedios. Para entenderlo, los alumnos:

- Investigaron cómo calcular el promedio de color de una imagen. Vieron que era el promedio de rojo, verde y azul, lo cual origina una terna que sintetiza el color de la imagen.
- Observaron que dos imágenes distintas podían tener el mismo promedio pero no tener los colores distribuidos de la misma manera. Por ejemplo, dos imágenes de 10x10 píxeles pueden tener promedio (122, 0,0) Sin embargo, una podría ser toda de color (122, 0,0) y la otra, en cambio, tener la mitad (244, 0,0) y la otra mitad (0, 0,0). Aquí se les hizo ver la importancia de tener en cuenta alguna medida de desviación (media o estándar)
- Con ImageJ hicieron experiencias generando imágenes de colores elegidos y luego obteniendo los promedios de color.

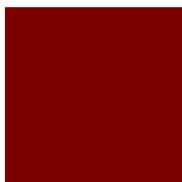


Imagen de 100x100 píxeles, todos los píxeles (122, 0,0)



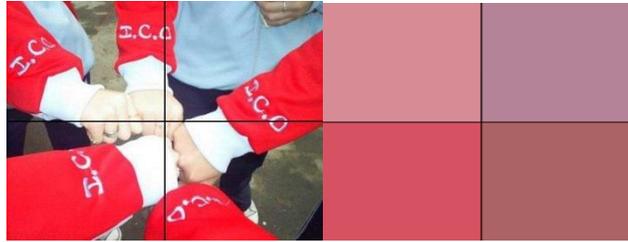
Imagen de 100x100 píxeles, la mitad (244, 0,0), la otra mitad (0, 0,0)

Las dos imágenes anteriores tienen promedio (122, 0,0)

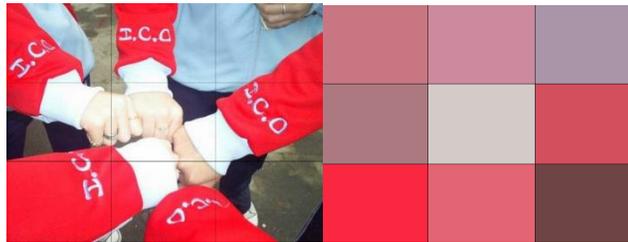
- Observaron que otra alternativa era calcular más de un color promedio de la imagen. En lugar de que una imagen se identificara con una terna (un solo promedio para toda la imagen), podía identificarse con cuatro ternas (el promedio de los cuatro cuadrantes) o con nueve ternas (el color promedio de nueve sectores de la imagen.)
- Con ImageJ hicieron experiencias calculando el promedio de una imagen completa y luego los promedios al dividirla en cuartos o en novenos.



Color promedio: [195, 113, 125]



Colores promedio: [215, 140,149], [180, 131,151], [214, 82,98], [171, 99,102]



Colores promedio: [200,119,130], [203, 138, 158],[169,149, 167], [173, 121, 129],
[212,203,200], [211,79,94], [249,40,64], [227,100,115], [111,68,68]

Para entender el concepto de distancia entre colores fue de gran ayuda la representación gráfica del Espacio de Colores RGB. Si una imagen tiene un promedio de color que es un punto en ese espacio, entonces para calcular las distancias entre los colores de dos imágenes es necesario calcular la distancia entre dos puntos en el espacio.

Así, en esta parte del trabajo:

- Se les recordó cómo calcular la distancia entre dos puntos en dos dimensiones y se les hizo deducir la distancia entre dos puntos con coordenadas en tres dimensiones.
- Se les hizo ver que si de una imagen calculamos más de un color promedio, ya sea por calcular los promedios de los cuatro cuadrantes o de las nueve partes una posibilidad es extender la fórmula de distancia euclídea a n-uplas. Es decir que en lugar de tomar cuatro ternas o nueve, se tomarían 12-uplas o 27-uplas.

6. Almacenamiento de las imágenes.

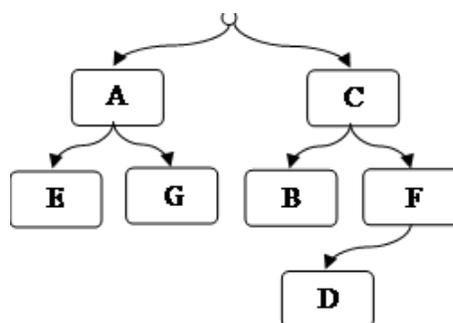
Por último analizaron cómo convenía guardar las imágenes en la base de datos para que la búsqueda sea más fácil y rápida. El grupo de alumnos, como se dijo anteriormente, no tenía muchos conocimientos tecnológicos, por lo que en este aspecto se buscó simplemente que razonaran desde los conocimientos que ellos tenían. Con un grupo que domine, por ejemplo, las estructuras de datos, puede hacerse un análisis más exhaustivo de este tema.

Entonces, los alumnos:

- Calcularon la cantidad de comparaciones que se tendría que hacer para buscar la imagen más similar a una dada, por ejemplo si son n las imágenes a reemplazar y m las imágenes en la base de datos.
- Propusieron formas de organizar las imágenes para encontrar más rápido la que fuera más similar a una dada. Una alternativa fue organizar por color según la gama roja, verde o azul.
- Se les mostró la ventaja de organizar la Base de Datos mediante estructuras de árbol, por ejemplo de tipo antipole-tree, tal como lo propone Di Blasi (Di Blasi, 2006)
- Experimentaron con ejemplos, usando el software ImageJ para calcular los promedios de color de imágenes e hicieron planillas en Excel para calcular las distancias. Armaron árboles de búsqueda para unas pocas imágenes para entender el proceso. Por ejemplo, con estos datos:

10	255	255	A
50	50	20	B
100	30	40	C
50	60	70	D
100	255	255	E
50	70	85	F
80	200	200	G

El Antipole – Tree resulta:



7. Fotomosaico del Escudo del Instituto.

Finalmente, utilizando el software Foto-Mosaik-Edda, experimentaron la creación del fotomosaico tomando como imagen base la del Escudo del Instituto y completando la colección con la mayor cantidad de imágenes que pudieron conseguir de sus actividades escolares. La colección de imágenes, aunque extensa, no fue de suficiente variedad de colores como para cubrir las distintas partes de la imagen base. Se usó entonces la opción que brinda el software de poder repetir algunas imágenes más de una vez.

Mientras juntaban fotos de sus propios recuerdos, de los de sus compañeros, de profesores, de exalumnos, con el fin de componer el escudo del Instituto, reflexionaron acerca de los valores que habían incorporado a lo largo de su vida escolar: Respeto, Compañerismo, Amistad, Solidaridad, Unidad, Generosidad, Tolerancia. Investigaron además el significado de cada parte del escudo, perteneciente a la familia de San Leonardo Murialdo, conociendo más acerca de la historia del fundador de la congregación a la que pertenece la escuela. El escudo, en definitiva, es símbolo de que en la diversidad hay un proyecto en común que los identifica y los une.

8. Conclusiones.

La experiencia resultó atractiva desde lo artístico, interesante desde lo científico y tecnológico, integradora desde lo matemático y formativa desde lo humano.

En matemática trabajaron el concepto de matriz, el cálculo de cantidad de colores representables, la representación de colores en el espacio, las longitudes de onda en el espectro, los promedios y desviaciones medias, las distancias en espacios de más de dos dimensiones y el cálculo de las comparaciones en una base de datos, entre otras cosas. Investigaron conceptos biológicos (el ojo humano), tecnológicos (algoritmos y estructuras de datos) y artísticos (ejemplos de mosaicos y fotomosaicos). Y al trabajar sobre el escudo del Instituto con sus propias imágenes reflexionaron acerca de su identidad en comunidad.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que la Experiencia Fotomosaico fue muy enriquecedora. Una experiencia donde se integró matemática, tecnología, ciencia, arte y valores.

9. Referencias Bibliográficas

- Colombo, E.M. y O' Donell, B. M. (2002). Capítulo 2: Luz, Color y Visión. En Colombo, E.M, y otros. *Iluminación Eficiente*. Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion> (Visitado Enero 2017)
- Di Blasi G. (2006) “*Fast Techniques for Non Photorealistic Rendering.*” Tesis de Doctorado en Informática. Italia, Universidad de Catania. Recuperado de <https://sites.google.com/site/gianpierodibiasi/pubblicazioni> (Visitado Enero 2017)
- Lara Rodríguez, G.A. (2003) “*Técnicas de reconocimiento de imágenes para la creación de fotomosaicos.*” Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. Recuperado de <http://estrategiadigital.com.gt/archivos/fotomosaicos/tesisgalrok.pdf> (Visitado Enero 2017)
- López Michelone, M. (2011) *Programación lúdica*. edición digital disponible por mail según <http://la-morsa.blogspot.com.ar/2011/01/programacion-ludica.html> (Visitado enero 2017)
- Murray, J.D. y Van Ryper, W. (1996) “*Encyclopedia of Graphics File Formats*”, 2a Edición, Sebastopol, O'Reilly & Associates, Inc.
- National Institutes of Health (2004) *ImageJ*. (Versión 1.50) Image Processing and Analysis in Java. [Software]. Recuperado de imagej.nih.gov/ij/ (Visitado Enero 2017)
- Satrapa, S. (2014) *Foto-Mosaik-Edda*. (Versión 7.6.17168.1) [Software]. Recuperado de www.fmedda.com/ (Visitado Enero 2017)
- Silvers, R. *Robert Silvers*, Inventor of the Photomosaic © Process and Original Artist. <http://www.photomosaic.com> (Visitado Enero 2017)

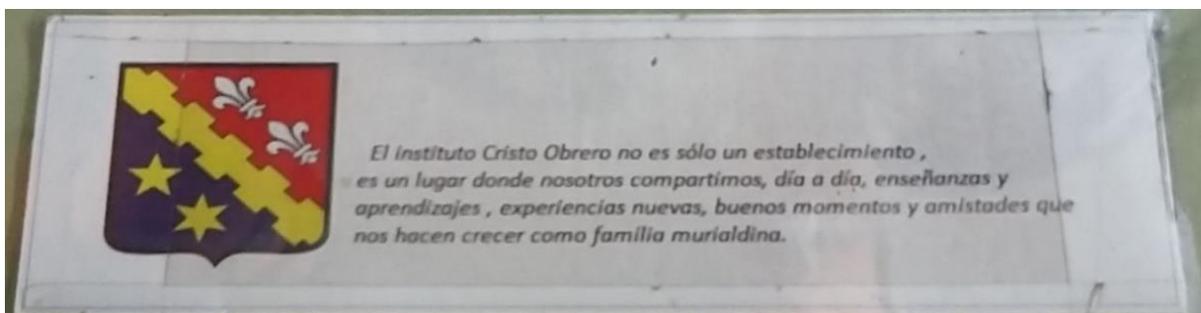
**EXPERIENCIA FOTOMOSAICO:
INTEGRANDO TECNOLOGÍA, CIENCIA, ARTE Y VALORES**
ANEXO- Fotografías de la experiencia.

Ana María Arias Roig
Instituto Cristo Obrero – Argentina



El grupo de alumnos antes de exponer el trabajo.

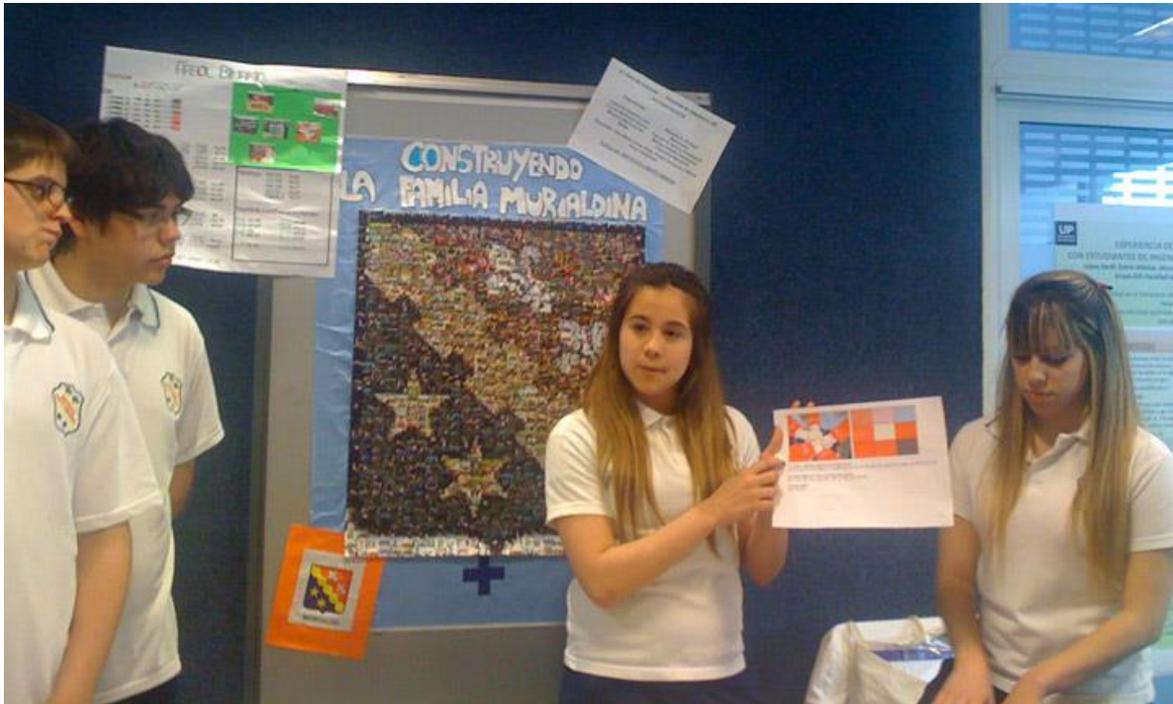




Uno de los señaladores que se repartieron permanece como recuerdo en el escritorio de los auxiliares docentes. *“El Instituto Cristo Obrero no es sólo un establecimiento, es un lugar adonde nosotros compartimos, día a día, enseñanzas y aprendizajes, experiencias nuevas, buenos momentos y amistades que nos hacen crecer como familia muraldina”*



Explicando el árbol de búsqueda



Explicando los promedios por novenos



Detalle de la Estrella



Detalle de la Flor de Lis



Fotomosaico final