

LA UTILIZACIÓN DE LA MULTIMEDIA COMO RECURSO EN LA RESTITUCIÓN HISTÓRICA DE YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

Sixto Romero Sánchez

Profesor Doctor Academia de Buenas Letras, Bellas Artes y Ciencias
Universidad de Huelva

I. INTRODUCCIÓN

Quiero agradecer a la organización de las Jornadas sobre el Patrimonio, que este año se celebra en Aroche, por la amable invitación a participar en ellas. Tengo que decirles que mi presencia aquí hay que considerarla como miembro de la Academia de Buenas Letras, Bellas Artes y Ciencias de Huelva. Gracias a su Junta Directiva por la confianza puesta en mi persona. ¡Espero no defraudarles!

He tenido la oportunidad de ser invitado a varios congresos internacionales para hablar de un tema profundamente ligado a la investigación interdisciplinar, tema que teóricamente hacemos uso de él pero que en muchos casos, desde el punto de vista práctico, plantea excesivos problemas de celos de competencia.

El trabajo interdisciplinar se asume como una necesidad en el desarrollo de cualquier ciencia: la Multimedia, trabajando junto a las Ciencias Humanas y Sociales, representa una poderosa herramienta en la investigación, docencia y divulgación.

Consciente de la importancia que representa el hablar de la utilización de la Multimedia (en la que conformará un solo cuerpo en su aplicación a la restitución histórica con las Matemáticas, Geofísica, Informática, Arqueología...) como elemento fundamental y clave en nuestros días, no quiero dejar de reconocer que aunque mi formación académica es la de

matemático, cada vez estoy más convencido que una mayor humanización de las ciencias, en general, y la matemática, en particular, hace falta.

Pretendo no abusar de vuestra paciencia y poner de manifiesto: por un lado, por qué es necesaria la multidisciplinariedad entre las ciencias puramente técnicas y las ciencias humanas, y por su parte, la Multimedia, como nueva herramienta, está llegando a ser parte integral de nuestras vidas: ***¡aceptémosla, seamos capaces de dominarla y aprovecharla al máximo en su utilización conjunta con las Matemáticas!*** Los sistemas Multimedia, en el sentido que hoy se da al término, son básicamente sistemas activos con múltiples códigos. Un aspecto clave en ellos es la integración de diferentes tipos de información soportada por diferentes códigos.

Multimedia es una palabra que hoy está de moda. Su uso se generaliza y se extiende tanto en el mundo de la investigación como en el ámbito de la educación; si bien es cierto que todavía es pronto para hablar de una teoría general sobre el impacto en ella, tampoco se pueden esperar resultados estables basados en el trabajo investigador.

Precisamente:

- la interdisciplinariedad
- el aprendizaje interactivo
- Internet
- Reto de la Multimedia
- Historia, Matemática y Computación
- las Ciencias Humanas Sociales en su relación con las Matemáticas
- ...

Entre otros, se configuran como algunos de los diferentes modos de uso con que se configuran como más adecuado al Nuevo Media.

Con respecto a las Matemáticas, a mi juicio, están en una fase de penetrar en toda nuestra cultura. Uno de los principales filósofos de nuestro siglo, Whitehead, dice acertadamente: ***«si nuestra civilización dura otros dos mil años, la característica más fuerte de nuestra cultura humana fuese el señorío del pensamiento matemático, sobre todo el dominio intelectual»***. ¡Es una cuestión que, naturalmente, incita al debate!

II. IMPACTO DE LAS MATEMÁTICAS SOBRE EL MUNDO DEL PENSAMIENTO

«Me fascinaban especialmente la Geometría, el Álgebra y la Física porque estaba convencido de que en estas disciplinas se hallaba la clave del misterio de la existencia»

A. Koestler

En este sentido de pensamiento es extraordinariamente interesante abordar el tema de las Matemáticas en las Ciencias Humanas y Sociales. Se puede hacer desde dos puntos de vista:

1. **Uno más generalista:** estableciendo la interacción entre las matemáticas y las ciencias humanas y sociales, viendo cómo a lo largo de la historia de la cultura las Matemáticas y las Ciencias Humanas y Sociales se han ido impactando mutuamente, influyéndola una en la otra de modo creciente, llegando hasta nuestra cultura actual, de la que podemos decir que se va matematizando cada vez más profundamente, con los aspectos positivos y negativos que ello conlleva. Esta interacción se puede observar en dos terrenos específicos:
 - Describiendo la relación histórica de las matemáticas con la filosofía, el aspecto más humano de dichas ciencias.
 - Analizando cómo el avance de la cultura actual está siendo profundamente inspirado por el avance matemático: *la matematización de la cultura*.
2. **Otro más concreto:** señalando aspectos de las ciencias humanas y sociales que son objeto de estudio directo de las Matemáticas. El pensamiento matemático, desde su primera creación –los números–, ha sufrido un proceso de complejificación, reflejo precisamente de ese avance en la complejidad abordada progresivamente por la Humanidad en su confrontación con el Universo. De este avance numerosos ejemplos, entre otros:
 - la criptografía
 - la comunicación
 - la teoría de grafos
 - la matemática del azar (teoría de la probabilidad)
 - la matemática de la incertidumbre (fuzzy sets)
 - ...han tenido un gran impacto en la cultura actual y que son muy

sencillos, en su aplicación, además de ser muy interesantes. Se ha dicho que la matemática para ser aplicable tiene que ser sencilla, y efectivamente, los aspectos aplicados de la matemática son excesivamente sencillos.

A. Relativo al primer punto, y a modo de resumen, voy a hacerles a todos ustedes algunos comentarios sobre la interrelación de las matemáticas con la filosofía como una constante a lo largo de la historia presentando varias etapas en las que se pone de manifiesto *el impacto de la matemática sobre el mundo del pensamiento*.

a) Comenzamos como primer paso con el Pensamiento Pitagórico.

Es de todo sabido que Pitágoras fue un personaje del que se sabe muy pocas cosas; sin embargo, fundó una escuela que ha perdurado en el tiempo con una penetración incalculable en el pensamiento occidental. La clave de su pensamiento es la creencia de que el Universo es inteligible, y en ese sentido está actualmente vivo en la forma, adoptada por la cultura occidental, denominada *ciencia*. Si el pensamiento pitagórico consiste en que: «...*la esencia de las cosas es el número. Todo es número y armonía...*». De aquí es inmediato preguntarse: *¿Cómo interpretar que todo es número y armonía?*

Es difícil hoy, con los grandes avances tecnológicos machacándonos continuamente, llegar a una respuesta única, pero no es descabellado pensar que el universo se hace más asequible, con más transparencia, gracias a la Matemática. La influencia de Pitágoras en occidente ha sido mucho más fuerte que la de otras culturas. Por ejemplo, en la cultura india el mundo se consideraba como un caos. Este puede ser uno de los motivos por los que la ciencia no prosperó tan rápidamente.

En nuestra cultura, el convencimiento profundo de que el mundo puede ser inteligible nos hace ir a las causas de las cosas con que nos enfrentamos, y esa *inteligibilidad pitagórica* es una racionalidad matemática: *el número, clave de la explicación*. La visión de los pitagóricos permanece en la filosofía sobre todo gracias a Platón, que no era un pitagórico estricto, pero es el transmisor de su pensamiento, donde con su estilo literario y filosófico consiguió una mayor penetración en el mundo occidental. Platón no era matemático, pero tal era su convencimiento del espíritu de Pitágoras

que le llevó a escribir en la puerta de su Escuela su frase famosa: *«Que no entre nadie que no sea geómetra»*. Esto es un simple ejemplo, pero podemos encontrar a lo largo de la historia muchos más que muestran el pensamiento de Pitágoras. Kepler y Galileo son exageradamente pitagóricos. ¡Qué bellísima es la frase atribuible a Galileo!: *«El libro de la Naturaleza está escrito en lenguaje matemático»*.

b) Un segundo momento histórico donde el impacto de la matemática ha sido notable sobre el mundo del pensamiento hay que buscarlo en Descartes, Pascal y Leibniz.

Los tres, matemáticos y filósofos. Con ellos se produce un avance en la relación de las Matemáticas con la Filosofía, considerando explícitamente *la matemática como modelo de pensamiento*.

c) También Inmanuel Kant, y en la misma línea, considera las matemáticas no sólo como un modelo de pensamiento, sino como un modelo a imitar en el desarrollo de otras ciencias y que debía ser parte integrante de ellas, y que cuanto más se dejasen influir por las Matemáticas tanto más serían auténticas ciencias. Destacable es su famosa frase: *«...en todas las ciencias se halla tanto de la auténtica ciencia, cuanto se encuentra en ellas de matemáticas»*.

Es evidente que la influencia de Kant ha sido asombrosa. Estoy de acuerdo con Miguel de Guzmán cuando afirma que: *«hay ciencias que tangencialmente pretenden llenarse artificialmente de contenido matemático para obtener prestigio»*. Así, por ejemplo, la Psicología se convierte en Psicometría, la Biología en Biometría, la Economía en Econometría...

d) En la época actual han existido matemáticos como Cantor, Frege, Hilbert, Gödel..., que se han enfrentado con el mundo complejo de la mente matemática en su estructuración de los problemas que plantea: lógica simbólica, significado del pensamiento matemático, estructuración de la matemática, relaciones de la matemática con la realidad. Quizás de todos ellos, Hilbert y Gödel han sido los que mayor influencia han tenido en la filosofía actual y quizás futura. Este año se cumple el aniversario de los ciento diez años del nacimiento de Wittgenstein, considerado el creador de la Filosofía Analítica. Su carrera de ingeniero le permitió adentrar en la Lógica-Matemática junto a B. Russell. Es un personaje un tanto misterio-

so que pretende dar sentido a la matemática desde la propia matemática. Sin embargo la figura más destacada en la actualidad en las corrientes modernas del pensamiento filosófico sobre el sentido y aplicación de las Matemáticas es Imre Lakatos. En su tesis *Pruebas y Refutaciones* considera como objeto de su pensamiento a la persona que hace matemáticas y no tanto a la propia estructura matemática, considerándolas mucho más cercanas a una ciencia empírica de lo que hasta entonces se había pensado.

B. Pero no sólo la Filosofía ha mirado hacia las Matemáticas para encontrar en ellas las claves para la explotación del Universo, o modelos de organización del conocimiento; también la matemática ha mirado hacia la Filosofía.

a) **En primer lugar** para buscar explicación de su actividad en relación con la realidad, puesto que para las matemáticas su propia actividad es un misterio. El matemático elabora teorías (axiomas, teoremas, teoremas, corolarios, escolios, más teoremas, teoremas y teoremas...), y a veces se olvida del sustrato de la realidad de los principios en los que se fundó y se encuentra con que los teoremas al compararlo con la realidad son muchas veces la forma más clara de la explicación de esa realidad compleja.

b) **En segundo lugar** ha acudido a la filosofía en busca de una cierta luz que le aclare el misterio más profundo que yace en la realidad de la matemática: *el infinito matemático*, consecuencia de la repetibilidad numérica. Para ello hay que ir a la estructura del conocimiento, y eso es Filosofía.

c) **Y finalmente**, el matemático ha ido a veces a la filosofía para entender mejor la estructura lógica de la matemática.

III. ASPECTOS DE LA INFLUENCIA DE LA MATEMÁTICA EN LA CULTURA

«Ninguna certeza existe allí donde no es posible aplicar la Matemática o en aquello que no puede relacionarse con la Matemática»
Leonardo Da Vinci

De manera breve, es conveniente a partir del impacto de las Matemá-

ticas sobre el mundo del pensamiento ver determinados aspectos de la interacción de las Matemáticas con las Ciencias Humanas y Sociales, que son, sin lugar a dudas, aspectos importantes a considerar en la creciente influencia de la Matemática en el avance de la cultura.

1. *Aspectos positivos.*

Comentemos, en primer lugar, algunos de los aspectos positivos. Hay que contar con la presencia universal de la Matemática en nuestra cultura. Por ejemplo: a) el hardware que aparece en las nuevas tecnologías es la encarnación de muchos teoremas matemáticos y físicos; b) técnicas matemáticas que resuelven problemas de arquitectura, organización, comunicaciones y la industria; c) artes, como la pintura y la música fractal que cada vez se van acercando más a las matemáticas; d) problemas de Arqueología son resueltos por medio de técnicas físico-matemáticas y de computación.

2. *Aspectos negativos.*

En segundo lugar hay que remarcar que los aspectos positivos anteriores nos permiten un mayor dominio sobre la realidad, pero existen también aspectos preocupantes desde el punto de vista del pensamiento y de la cultura. Algunos, voy a citar:

- ¿Todo se puede matematizar? En la propia Matemática hay una cierta incertidumbre en cuanto a este proceso.
- ¿La «presencia abusiva» del ordenador y su influencia en la vida del ciudadano común, se puede considerar como un aspecto que nos preocupe, en primeras instancias, al conjunto de la sociedad que tiene como fin educar en matemáticas? Los ordenadores son ejecutores extraordinariamente precisos de las órdenes que se les transmite: su velocidad, exactitud, iteración rápida de operaciones simples, les confiere una enorme potencia, pues son una especie de extensiones de nuestra mente que están llamados a causar –de hecho lo están causando ya– un impacto impresionante en la sociedad. Pero trabajan con formalismos matemáticos potenciando su utilización, y al trabajar así se cortan trozos de realidad prescindiendo de muchos de sus aspectos, y algunos de ellos puede resultar muy importante para nuestra cultura, pues no todo es, ni debe serlo, formalismos de nuestras vidas. Esa tendencia del ordenador a formalizarlo todo puede ser un empobrecimiento de nuestra riqueza humana.

– Y por último, también puede ser preocupante la tendencia que puede inducir al matemático a creer que puede ser la panacea de resolución de todos los problemas, quizás un superhéroe capaz de practicar el rol de brujo que todo lo resuelve con *ecuaciones matemáticas*. Pensar que como tiene mucha potencia a través de las herramientas científicas a su alcance debe ponerse la sociedad en sus manos: problemas económicos, sociales, técnicos, de impacto ambiental, etc. Cada vez es más penetrante la influencia americana en el mundo –España y Portugal no se escapan a ese efecto, tal vez perverso–, de tal suerte que muchas personas que están en los influyentes Consejos de Administración de grandes empresas multinacionales son matemáticos.

IV. ASPECTOS DE LAS CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES CONFIGURADAS COMO OBJETOS MATEMÁTICOS

«La Matemática Aplicada es una herramienta útil de manejo frente a la Matemática pura que representa la estructuración y ordenación del pensamiento»
S. Romero

Permítanme, llegados a este punto, que haga unas consideraciones, a modo de reflexión, sobre la conveniencia de la aplicación de la matemática como fenómeno cultural. Fundamentalmente, el conocimiento humano avanza mediante la comprensión de las estructuras. No simplemente de datos aislados, sino de estructuras de la realidad, y el instrumento más adecuado, en general, para comprender las estructuras son las Matemáticas, porque a medida que se desarrollan lo que hacen es modelizar estructuras nuevas, y con ello hacen asequible a nuestro entendimiento porciones más amplias de la realidad.

En su desarrollo histórico las matemáticas se han enfrentado a complejidades cada vez más profundas de las realidades naturales, progresando hasta ser capaces de afrontar problemas tan complejos como los que presentan las Ciencias Humanas y Sociales. Muy brevemente voy a presentarles unas cuantas etapas de este desarrollo histórico.

- Una primera etapa es el enfrentamiento con una complejidad que está presente en cuanto tenemos conciencia de nosotros mismos.

Nuestro pensamiento es repetitivo: está el 1; luego, el 2; después, el 3..., y el enfrentamiento con esa multiplicidad de lo repetitivo nos lleva al número. Esta es la primera etapa.

- Después aparece la complejidad del espacio y de la figura, cuya matematización da lugar a la geometría.
- Hay también un enfrentamiento con una realidad muy peculiar que es el símbolo, y eso es lo que representa el álgebra que aparece por la complejidad de los procesos a los que se puede someter el número.
- En el siglo XVII tiene lugar una profundización más avanzada en la complejidad: la del cambio en el tiempo, la matematización del cambio provocada por los instrumentos de medida, que da origen al Cálculo Infinitesimal. Los instrumentos matemáticos estaban ya preparados para afrontar realidades como el cambio, la casualidad, mediante una herramienta que es el concepto de función.
- La Estadística y el Cálculo de Probabilidades se producen como enfrentamiento con la complejidad de los fenómenos regidos por muchas causas distintas, incontrolables, pero unas se compensan con otras, apareciendo la posibilidad de considerarlas todas juntas, dando lugar al azar, que es simplemente la ignorancia de todas estas causas. Comienza así la posibilidad de acercamiento a las Ciencias Humanas y Sociales, mucho más complejas que las Ciencias de la Naturaleza.
- Finalmente, aparece en el siglo XIX la complejidad del propio pensamiento matemático, y ese nuevo enfrentamiento da lugar a la estructura de la metamatemática, la Lógica.

Esta breve pincelada histórica nos hace ver cómo realmente las Ciencias Sociales y Humanas no se abordan matemáticamente hasta los siglos XVIII y XIX, cuando existe ya una complejidad de técnicas e instrumentos suficientes para hacerlo. En la actualidad, el ordenador está causando una verdadera revolución científica, posibilitando aportar complejidades mucho más profundas. Su capacidad de representación gráfica, de modelización de fenómenos naturales, sociales, biológicos, físicos..., extraordinariamente complejos, permite enfrentarnos a complejidades que eran impensables anteriormente.

«Ese progresivo aumento de la complejidad abordable mediante la matematización parecía no tener fin» (Hilbert en 1925).

Con esta famosa frase de Hilbert se recrea el ambiente sobre el alcance de la matemática que existía en esa época. Dos años más tarde, en 1927, Werner K. Heisenberg (1910-1976) explicita su principio de incertidumbre (o de indeterminación):

«Es imposible medir al mismo tiempo la velocidad y la posición de una partícula elemental»

que acaba con el determinismo de Laplace de poder predecir el futuro de un sistema de partículas, conocidas en un cierto instante la velocidad y la posición del sistema, sin más que aplicar las leyes matemáticas que rigen su evolución.

En 1931, Kurt Gödel, que entonces tenía veintiséis años, acaba con la esperanza de los matemáticos con su fundamentación axiomática:

«En todo sistema axiomático en el que se puede desarrollar la aritmética existen proporciones del sistema que son indecibles y uno de ellos es precisamente lo que afirma la consistencia del propio sistema.»

Desde la teoría del conocimiento, el teorema de Gödel y el de Heisenberg se encuentran entre varios de los resultados más importantes del siglo por el impacto que han tenido sobre las ciencias al demostrar la imposibilidad de alcanzar unos ideales que el conocimiento científico había pretendido.

Otro resultado de este tipo es el establecido en la ciencia política en 1951 por Kennet J. Arrow (1921), economista matemático y Premio Nobel de Economía en 1972, que demostró la imposibilidad de un sistema de votación perfecto, acabando así con el sueño del siglo de las Ciencias Sociales que pretendía buscar un sistema de votación perfecto que prometiera convertir los deseos individuales de un colectivo en un proceso para la toma de decisiones.

Este resultado es conocido con el nombre de paradoja de Arrow. Había que citar también aquí que uno de los más recientes resultados de imposibilidad fue obtenido por Michel Baliuski (1933) y H. Peyton Young (1945), quienes en 1980 demostraron la imposibilidad de un redondeo perfecto de los residuos que resultan en una elección, sea cual sea el sistema.

Para finalizar esta segunda parte de mi intervención, quisiera citarle otro problema concreto de las Ciencias Humanas y Sociales no menos importante que se ha convertido en objeto de estudio matemático. Dentro del campo de la comunicación, un importante tema es la *Criptografía de clave pública*. Desde la antigüedad, a veces ha habido comunicaciones cuyo contenido debía permanecer secreto salvo para un pequeño número de personas. En nuestra sociedad actual mucho más, pues basta pensar, por ejemplo, en las transacciones bancarias. Para ello se han intentado diferentes formas de codificar mensajes. Las más simples que utilizan procedimientos combinatorios finitos –como sustituir cada letra por lo que figura un número fijo posterior en el orden alfabético– son actualmente muy vulnerables, pues con los ordenadores actuales esas posibilidades de combinatorias son descubiertas en muy poco tiempo.

V. POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN DE LA MULTIMEDIA

*«El conocimiento como multiplicidad es el libro que une las obras mayores del siglo XX»
Italo Calvino*

Pasemos a continuación a abordar el tema de las posibilidades de utilización de la Multimedia como una herramienta fundamental del trabajo interdisciplinar.

Animaciones, informaciones, presentaciones, música e imágenes nos brindará nuestro ordenador personal, que nos arrancará de nuestro que-hacer diario para integrarnos en un mundo de entretenimiento y comunicación dedicado a lo que podemos llamar público ávido de efectos especiales y colorido. Quiero destacar los pensamientos:

*«La sensación más hermosa es el contacto con lo desconocido. Este es el origen del arte y de la ciencia verdaderas. El que nunca haya tenido esta experiencia, el que no sea capaz de entusiasmarse y quedar petrificado ante el asombro, está como muerto. Sus ojos están cerrados.»
(Albert Einstein.)*

«El conocimiento como multiplicidad es el hilo que une las obras mayores del siglo XX.» (I. Calvino.)

que nos ponen de manifiesto la necesidad de no trabajar en compartimentos estancos y abrir nuestros ojos ante la evidente realidad del avance tecnológico actual, como indicábamos anteriormente.

Las diferentes revistas informáticas atestiguan: «*la línea actual de desarrollo se llama multimedia*». Los fabricantes de software y hardware intuyen nuevos mercados y lanzan productos de multimedia cada vez más perfectos. Entonces es lógico que nos preguntemos:

¿Multimedia es realmente el medio para alcanzar el objetivo o más bien una oportunidad que han descubierto los fabricantes para movilizar el estancado mercado de hardware?

Sin duda, la multimedia es algo más que un solo lema. Sin embargo, para el usuario resulta confusa la gran cantidad de definiciones con que es confrontado. Por todas partes se utiliza el término multimedia para tratar de venderle mejor los productos a los consumidores.

a) Problema de la definición de multimedia

Trataré de poner en claridad la diversidad de definiciones y en la medida de las posibilidades poner límite al término.

¿Qué es Multimedia?

A nadie se le escapa que en un mundo tan excesivamente tecnificado hay un flujo increíble de información hacia las personas, difundidas de las más diversas maneras. Estas informaciones son recibidas y procesadas de forma más o menos consciente o inconsciente. Por ejemplo:

- En una tienda se puede ver que en las estanterías existe gran variedad de envases, en los que se representan los productos que contienen de forma gráfica y atractiva.
- De fondo, a través de altavoces, suena una música suave, que tiene como objetivo reforzar la disposición de compra en el subconsciente del cliente.
- Para informaciones específicas sobre un producto se recurre a una conversación con el vendedor, el cual tiene conocimientos más profundos sobre el mismo.

- En otros almacenes, por ejemplo, se suelen encontrar presentaciones de productos a través de vídeos, en especial en los pasillos principales se colocan equipos de TV y vídeo que aclaran las ventajas de un producto en todas las máquinas. Acompañada de la música apropiada, que se escucha por los altavoces, una suave voz brinda exhaustivas aclaraciones, que hacen innecesarias las eventuales preguntas.

En ambos casos se trata de componentes multimedia. Todos estos componentes nos brindan informaciones en diferentes formas, pero su mayor efecto lo consiguen cuando actúan en conjunto. Mientras que en el primer caso de la presentación del envase la música de fondo y la conversación con el vendedor brindan, de conjunto, una amplia información, en el segundo, a través de medios técnicos y con relativamente poco esfuerzo, se pueden presentar los productos de una forma más efectiva. Las informaciones, imágenes y sonidos se unifican aquí bajo puntos de vista didácticos y estéticos en función exclusiva de un producto determinado. Sin pretender profundizar aquí en los aspectos de marketing, se puede afirmar que el término *Multimedia* define las posibilidades de medios y técnicas para la representación de la información. El término «multimedia» apareció ya en los años 60 y 70 en el área de pedagogía, en donde se agrupaban los nuevos medios de apoyo al proceso de aprendizaje en las clases.

La revista norteamericana «PC-World» encontró las raíces de la multimedia en el año 1500 a. de C.

«In earliest Known multimedia presentation, Moses bestows the Ten commandments, combining written words with stone tablets, howan voice, celestial voice, ram's horn, thunder an lightning.»

«La primera presentación multimedia fue, por tanto, la entrega de los diez mandamientos a Moisés. Voces humanas y celestiales, trompetas, truenos y relámpagos constitutian los componentes multimedia de esa época.»

El término multimedia alcanza hoy una nueva dimensión. A diferencia de muchos otros campos de la informática, la Multimedia no tiene el problema de que casi nadie se puede imaginar qué cosa es, sino, por el contrario, de que cada uno se imagina una cosa distinta al respecto. La culpa de ello la tienen muchos fabricantes que han querido comercializar mejor sus productos, en la era de la multimedia, mediante definiciones

propias. A todo lo que se sale del procesamiento de textos y de números, se le estampa, por el momento, el emblema de Multimedia.

Por tanto, sin temor a equivocarnos, *Multimedia es una palabra hoy de moda*. Su uso se generaliza, a pesar de todo, y se extiende en todos los ámbitos educativos, social y de investigación.

b) Integración e interacción

Bajo el concepto de multimedia se entiende de forma general la integración de textos, gráficos, sonidos, animación y vídeo para la transmisión de la información. En este contexto, el término Interacción adquiere una gran importancia.

¿Qué significa, pues, interacción?

Este concepto, proveniente del latín, significa, en general, una influencia recíproca. Eso es, al menos, lo que encontramos en el diccionario. Sin embargo, en una enciclopedia de sociología se diferencia entre varios tipos de interacción. Aquí nos estamos refiriendo a la interacción social que define las relaciones creadas entre personas y grupos a través de la comunicación (idioma, gestos, símbolos, etc.) y las influencias recíprocas sobre sus posiciones, expectativas y comportamientos.

Llevado esto a un ordenador, significa que el desarrollo de un programa depende de las entradas realizadas por el usuario. El usuario puede controlar activamente el programa.

En una concepción integral de multimedia, el usuario no debe recibir sólo informaciones, sino que debe tener la posibilidad de influenciar las vías de información a través de accesos interactivos. Se convierte así en un elemento indispensable el PC como equipo Multimedia y se convierte en la central de dirección y control. Pueden manejarse a través del mismo diferentes dispositivos electrónicos del área de la comunicación y del consumo. Aquí también es el tipo de aplicación lo que define si se utilizará un equipo doméstico de audio, un reproductor y una cámara de vídeo o simplemente las posibilidades del PC Multimedia.

Más problemático (y más caro) resulta cuando se quieren integrar todas las posibilidades. Guardar secuencias de vídeo en el ordenador o mezclarlas con otras fuentes requiere de un equipamiento complejo y caro.

La filmadora de efectos sola no resuelve el problema. Aquí se necesita una base en el área del procesamiento electrónico de imágenes, así como práctica en la filmación y manipulación de vídeos, para que puedan obtenerse revistas presentables.

c) Multimedia en su aplicación diaria

Partiendo de las diferentes interpretaciones mencionadas anteriormente del término multimedia, a continuación muestro una serie de posibilidades prácticas (de todas conocidas), en las cuales se utilizan componentes de multimedia para la representación y traslado de la información.

- a) Presentaciones e informaciones.
- b) Multimedia como ayuda a la planificación.
- c) La simulación como aplicación importante de la realidad virtual que nos adentra en el mundo de la minimización de costes.
- d) Terminales de información a través de sistemas de presentación, sobre todo presente en grandes empresas.
- e) Sistemas Multimedia de pared.
- f) Multimedia en RED.
- g) Bases de datos de Multimedia, a través de la estructuración de hipertextos.
- h) Programas de Aprendizaje en la Educación.
- i) Sistemas de Autores.
- j) Multimedia en aplicaciones estándar.
- k) Juegos.
- l) Captura y procesamiento de imágenes.
- m)...

Después de este breve recorrido de lo que es posible con Multimedia, es decir, de lo que hoy se hace con ella, seguro que no nos parecerá difícil imaginar que la multimedia se convertirá en el eslabón fundamental de la comunicación total.

VI. HACIA UNA NUEVA ORALIDAD. MODELO DE RIPLEY

«Nosotros formalizamos nuestro universo y dejamos el formalismo a los autómatas, dando libertad al hombre para que pueda entregarse al pensamiento creador, al servicio de una nueva evolución transformadora del universo»

G. Frey

a) Modelo de Ripley

El mundo está cambiando espectacularmente, también los investigadores de las diferentes ciencias del saber deben asumir ese estado cambiante para adaptar la investigación y enseñanza tanto en contenido como en metodología. Si no acepta tan evidente realidad, es decir, si se descuidan y siguen estáticos o la evolución es muy lenta con relación al mundo exterior, se origina un desfase entre la investigación y enseñanza y el exterior. Todo ello nos induce a afirmar que los investigadores deben poseer un buen conocimiento del mundo exterior y de su evolución en los próximos años, para luego ver cómo esa evolución puede ayudar a una mejor manera de actuar en la sociedad.

¿La aplicación de las técnicas multimedia nos lleva a pensar la desaparición de elementos tan trascendentales como el libro? ¿La desaparición del papel? *¡Si Gutenberg levantara la cabeza!*

Antes de que utilizáramos el ordenador las personas para escribir dispondríamos de las máquinas de escribir, y ante de éstos teníamos lápices y bolígrafos. La multimedia permitirá, además, que acompañemos las letras con imágenes y sonido, lo que nos da idea de un acercamiento de algo que ya tenemos: la televisión.

¿Es esto posible en Historia? ¿Y en Matemáticas? En general, ¿en cualquier ciencia?

Todo es evolución, y por tanto no debe preocuparnos demasiado cómo lo hacemos, sino el contenido. Así, por ejemplo, un escritor de novelas no tiene como fin el libro en sí, sino lo que cuenta.

¿Qué hay de mal en poder elegir entre leer en pantalla o en papel?

Lo que realmente debe preocuparnos es que una persona se compre el derecho a leer la historia y que éste guste pero el formato en que se divulgue es un tema más peregrino.

¡Basta con sustituir las tradicionales estanterías destinadas al papel por cajas de disquetes!

Tanto en matemáticas como en cualquier ciencia es también posible,

y de hecho ya viene sucediendo que, por ejemplo, la publicación electrónica esté sustituyendo al libro tradicional, es decir, hemos entrado en una nueva oralidad:

«*Nueva realidad en la enseñanza de las matemáticas compatible con la enseñanza tradicional de las mismas*» (S. Romero, 1999).

Esto nos va a permitir distinguir dos maneras distintas al procesar la información matemática venga como venga:

- El procesamiento lineal o secuencial.
- El procesamiento en paralelo o global.

En el procesamiento lineal se captan de una manera sucesiva informaciones procedentes de una sola fuente; en el procesamiento paralelo, en cambio, se captan de una manera simultánea informaciones procedentes de varias fuentes posibles.

El psicólogo norteamericano Ripley, saliendo del metro de Nueva York, se encontró con un ciego que pedía limosna, y se interesó por él, preguntando cuánto ganaba. Ripley le comunicó que si quería ganar más dinero. A los siete días volvió a encontrarse con el ciego y éste le reconoció por la voz, diciéndole: «Sr. Ripley: estoy muy contento, porque he ganado desde que le conozco mucho más dinero.»

¿Qué había sucedido? ¿Cuál fue la intervención de Ripley?

¡Muy sencillo! La semana anterior, Ripley había borrado de la pizarra del mendigo la palabra ciego y la había sustituido por: «*Es primavera y no puedo verla.*»

En el primer caso se transmitía un *concepto* (ciego), y en el segundo una *emoción* portadora del concepto.

Con todo lo anterior: *¿parece razonable pensar que el futuro de la interdisciplinariedad entre ciencias pase por: caminar con los tiempos, caminar con la multimedia-hoy-?*

¿Es válido el modelo que propongo: El modelo de Ripley en la investigación arqueofísica?

A mi juicio, tres son las cuestiones que en estos momentos propongo para su reflexión y debate a los estudiosos:

¿Debemos abandonar los modelos clásicos para adentrarnos en el cambiante mundo de la comunicación actual?

¿Hasta dónde podemos llegar?

¿Hasta dónde debemos llegar?

Es imposible abordar en una sesión de estas características el amplio aspecto de posibilidades que se puede obtener al trabajar con Multimedia.

VII. UTILIZACIÓN DE LA MULTIMEDIA COMO RECURSO EN LA RESTITUCIÓN HISTÓRICA DE YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

¿Qué podemos decir de la Matemática, el Arte y la Arqueología?










Una de las características del arte es la creatividad. Suele decirse que el artista crea y que el científico descubre. Así, las obras de arte no habrían existido nunca sin el artista que las creó, mientras que los descubrimientos científicos se habrían realizado tarde o temprano. Por ejemplo, *La Gioconda* no habría existido sin Leonardo, ni *La Pietá* sin Miguel Ángel, ni *Las Meninas* sin Velázquez, ni *El Himno de la Alegría* sin Beethoven. En cambio, el bacilo de la tuberculosis ya existía cuando Koch lo descubrió, como ya existía la electricidad de Volta y la energía atómica antes de Fermi, de manera que sus contribuciones al campo de la ciencia no fueron creaciones, sino descubrimientos.

La Matemática participa de ambos aspectos, hasta tal punto de que para muchos la Matemática es arte, en tanto que es creación, e incluso posee belleza.

Dejando de lado la cuestión de si la Matemática en sí es un arte o incluso una bella arte, es indudable que se pueden observar, más o menos ocultas, ideas y métodos de la matemática en muchas obras.

Así, por ejemplo, en muchos ornamentos y mosaicos de la Alhambra de Granada se han hallado, en su esencia, los diecisiete grupos cristalográ-

ficos que fueron descubiertos por E. Fedorov en 1891. Se ofrecen en este sitio tan extraordinario la mezcla de ciencia y estética. La ciencia, en todas sus dimensiones, incluida la matemática, y la estética en la Naturaleza y el arte que en ella se exhibe. La decoración de los monumentos, no sólo nazaríes, sino con posterioridad también los moriscos, habla por sí sola de los estudios prácticos sobre polígonos. Los artesanos nazaríes eran conocedores de los que permiten *cubrir* completamente el plano. Podemos observar mucha Geometría en la Alhambra a través de elementos decorativos. Se dice que los monumentos en la Alhambra *hablan por sus paredes*. El azulejo que aparece, desde el punto de vista matemático, no es más que un tipo de dominio del plano, y esos dominios del plano recibirán nombres particulares derivados de su forma: *los polígonos nazaríes*.

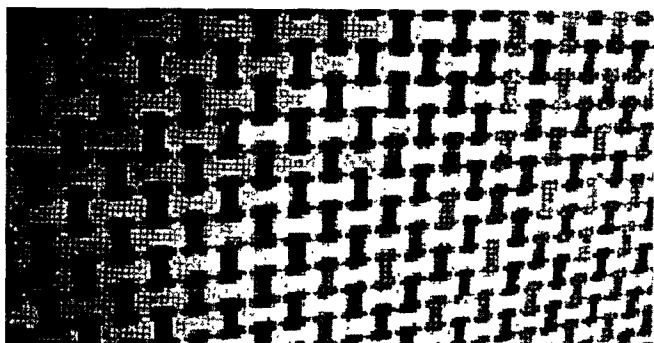
Nombre	Polígono base	Transformación	Polígono nazarí
«Hueso»	Cuadrado 		
«Pajarita»	Triángulo equilátero 		
«Pétalo»	Rombo 		

Se denomina:

- *Hueso*, al polígono nazarí que se obtiene por transformación del cuadrado.
- *Pajarita*, al polígono nazarí que se obtiene por transformación del triángulo equilátero.
- *Pétalo*, al polígono nazarí que se obtiene por transformación del rombo.

Conjugando los polígonos nazaríes con el color, se obtiene, por ejemplo:

El polihueso del Palacio de Comares, el alicatado de la Alcona lateral del Patio de la Alberca o el mosaico de los Baños del Palacio de Comares.



Polihueso del Palacio de Comares



Polipétalo de los Baños del Palacio de Comares

Diseños bidimensionales en el Monasterio de La Rábida



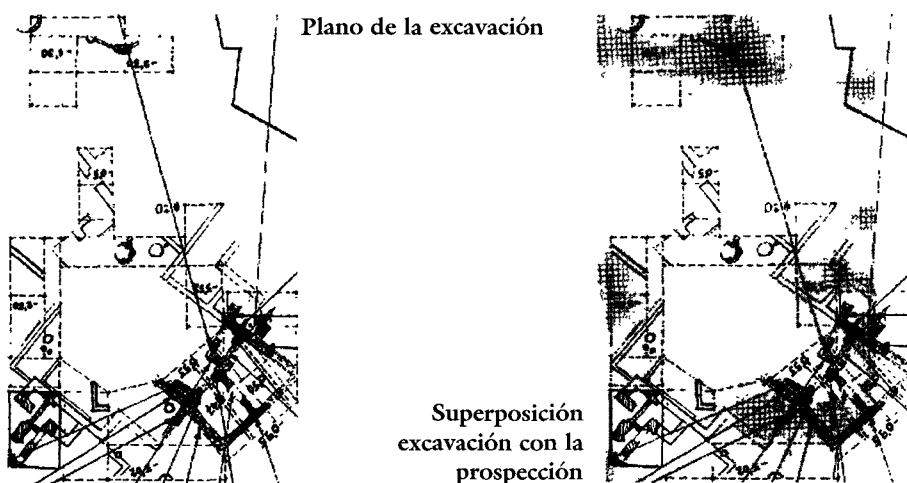
Celda unidad rectangular centrada

La Geofísica, Matemática e Informática para la detección de yacimientos arqueológicos

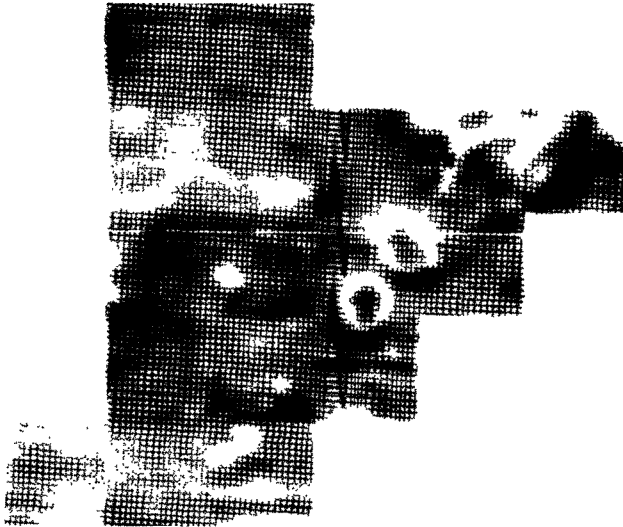
Desde el año 1980 venimos trabajando en la Escuela Politécnica Superior en técnicas de vanguardia relativas a la obtención de imágenes geofísicas obtenidas por ordenador. A modo de resumen, sin entrar en consideraciones técnicas, para obtener las imágenes que a continuación presentamos se necesita un largo proceso de investigación, que resumo:

- Trabajo de campo utilizando la metodología de prospecciones eléctricas y/o magnéticas sobre el terreno donde se encuentra un yacimiento arqueológico.
- Informatización de la toma de datos utilizando paquetes de software diseñados ad-hoc por nuestro grupo de investigación.
- Trabajo en el laboratorio para la obtención de las imágenes definitivas.

A) Yacimientos de Méndez Núñez (Huelva)

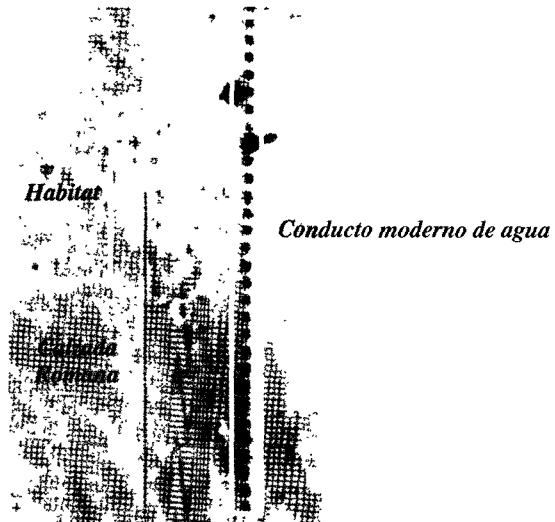


**B) Yacimiento de El Cerro de El Palmerón. Niebla (Huelva).
1999. Prospección magnética**

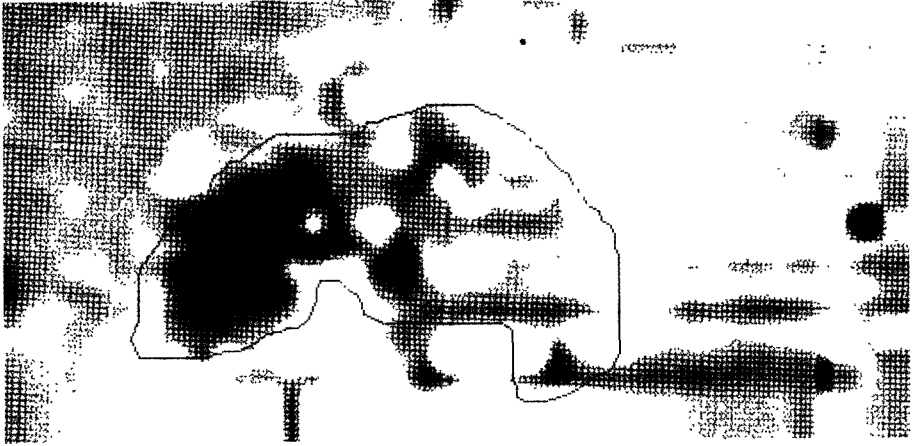


Yacimiento El Cerro de El Palmerón Niebla. (Huelva).
1999 Prospección Magnética

C) Yacimiento de Gilena (Sevilla). Prospección magnética



D) Prospección magnética en la Joya (Huelva)



A modo de reflexión final, convencido de la necesidad de la humanización de las Ciencias, y a la que sin lugar a dudas la Multimedia está jugando un papel importante como recurso, quiero finalizar como empecé, agradeciendo a la organización su gentileza por invitarme y con el compromiso de poner a disposición de los interesados de esta nueva tecnología que venimos implementando desde hace ya muchos años.

Son interesantes las palabras de Etxenike:

**«Lo que falta es sabiduría,
no sólo ciencia y tecnología;
sabiduría para vivir en armonía
con la Naturaleza,
sabiduría para controlar los crecimientos destructivos y
sabiduría para avanzar en nuestra evolución creativa.»**