

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DEL PERÚ

REVISTA ELECTRÓNICA
CIBERTEXTOS

Agosto de 1995

Año 01, no. 01

INVESTIGACION INTERDISCIPLINAR ENTRE CIENCIAS: UN MODELO MATEMATICO E INFORMATICO
APLICADO A LA DETECCION DE YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS.

Sixto Romero Sánchez

Escuela Politécnica Superior de La Rábida

Universidad de Huelva, España

"No existen diversas Ciencias con fuentes de conocimiento distintos sino que existe LA CIENCIA. Todos los conocimientos hallan en ella su sitio, y todos son de la misma naturaleza, su diversidad aparente no es sino el efecto de la diversidad de lenguajes empleados por las diferentes ramas del saber"

R. Carnap

Con cierto temor a defraudarles en la siempre difícil misión de participar en unas Jornadas de estas características, afronto el reto con la esperanza de comprobar que ha merecido la pena de dirigirme a todos a Vds. para hablarles de un tema: la INVESTIGACION INTERDISCIPLINAR, tema que teóricamente hacemos uso de él pero que en muchos casos, desde el punto de vista práctico, plantean excesivos problemas de celos de competencia y que el Grupo de Arqueofísica de La Rábida del que soy responsable, como grupo de Investigación consolidado desde hace años en el Plan Andaluz de Investigación viene demostrando una fructífera relación interdepartamental. No voy a entrar en consideraciones demasiado teóricas sobre los conceptos fundamentales de las Ciencias Humanas y Ciencias Exactas: numerosos autores han tratado el tema con profundidad. Voy a dividir mi intervención en varios apartados:

1) En un primero, trataré sobre algunas reflexiones sobre lo que denomino NUEVA PERSPECTIVA CIENTIFICA A TRAVÉS DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD tomando como ciencias básicas la Geofísica, Matemática, Informática, Electrónica y Arqueología.

2) Posteriormente, en un segundo apartado les hablaré sobre algunos trabajos de investigación que llevamos realizando desde hace doce años y que nos permite hacer realidad el trabajo en común entre los investigadores que vulgarmente se denominan INVESTIGADORES DE CIENCIAS e INVESTIGADORES DE LETRAS, tomando la ARQUEOLOGIA como Ciencia Aplicada objeto de nuestros trabajos.

A modo de reflexión, dos cuestiones nos podemos plantear:

¿Es un elemento de unión, la Filosofía de la Ciencia entre las Humanidades y las Ciencias propiamente dichas? ¿Es un lugar de encuentro en que los contenidos sustantivos de las Ciencias son objeto de reflexión por parte de las Humanidades?

La respuesta a estas dos cuestiones habría, quizás, que encontrarla en que la importancia de esta nueva rama filosófica, disciplina autónoma y multifacética que toma de la epistemología y de la lógica los instrumentos analíticos necesarios para su labor crítica y que se esfuerza por alcanzar generalizaciones teóricas a través de la síntesis, ha sido esplendorosamente ensalzada por los grandes logros obtenidos durante las últimas décadas. Como dice MARX W. WARTOFSKY en su libro INTRODUCCION A LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA: "... Resulta inevitable, pues, que la iniciación a la especialización pase por el estudio de las bases conceptuales del pensamiento científico...." (1968).

La primera mitad del siglo pasado estuvo profundamente caracterizada por lo que podría llamarse ESPIRITU DE CONSOLIDACION: las grandes inteligencias de la época citada actuaban movidas por un deseo vehemente de AFIANZAR el saber científico adquirido. Las Ciencias Exactas, parecían llegar hace cien años, al ideal de una plenitud definitiva. La Ciencia reclamaba su completa autonomía y aspiraba a presentarse en el ámbito cultural del siglo como un saber sólido y autosuficiente.

En general, ¿qué podemos decir de la Ciencia?.

Decir que vivimos en la Era de la Ciencia es tanto como decir que vivimos en un lugar común. Pero, como la mayoría de los lugares comunes, sólo es verdad en parte. A nuestros predecesores, si pudieran ver nuestra sociedad, les pareceríamos, sin lugar a dudas, como seres muy científicos; pero para generaciones venideras es probable que suceda todo lo contrario.

La Ciencia como factor en la vida humana es muy reciente. El arte estaba ya bien desarrollado antes de la última época glacial, como sabemos por las admirables pinturas rupestres. No podemos hablar con igual seguridad de la antigüedad de la religión; pero es muy probable que sea de la misma época del arte. La Ciencia, como fuerza importante, comienza con Galileo y, por consiguiente, existe desde unos trescientos años. La primera mitad de este período, fue como un anhelo para los eruditos y sabios, sin en absoluto dañar los pensamientos o costumbres de los hombres normales. Como dice BERTRAND RUSSELL: "... Sólo en los últimos ciento cincuenta años la ciencia se ha convertido en un factor importante, que determina la vida cotidiana de todo el mundo. En este breve tiempo ha causado mayores cambios que los ocurridos desde los días de los antiguos egipcios. Ciento cincuenta años de ciencia han resultado más explosivos que cinco mil años de cultura pre científica....".

En particular, si Vds. me lo permiten atendiendo a mi formación matemática no me reprimo en la idea de abordar algunas observaciones de interrelación entre las Ciencias Exactas y las Ciencias Humanas. Las ciencias exactas, además de ser modos especializados de saber, forman parte importante de la cultura general que caracteriza a nuestra época. El prestigio creciente de la mayoría de las disciplinas matemáticas se funda muy principalmente en este hecho: Más que

ciencias concretas vertidas a un objeto propio y determinado, las matemáticas se están convirtiendo en una forma de saber que regula la experiencia de toda clase de objetos; conocer bien una realidad cualquiera, equivale, en muchos casos, a conocerla por modo matemático. Viene pues a resultar, que la matemática se está transformando en el horizonte desde el cual se divisa el panorama de nuestro mundo.

La consideración detenida de la actual significación de las Ciencias Físico-Matemáticas ha determinado que en muchos países las autoridades académicas incluyan en los primeros cursos de estudios universitarios una asignatura de Matemáticas y Física que debe ser cursada exclusivamente por los estudiantes de las Facultades de Letras.

Mucho se ha hablado en favor de la formación humanística para contrarrestar los efectos de la excesiva especialización de la enseñanza universitaria contemporánea. Así por ejemplo, en la Universidad de Costa Rica, ya en los años sesenta se procuró que la enseñanza humanística no se redujera a un mero retroceso a fórmulas educativas del pasado sino que se buscó el imprimir lo que hay de valioso en el espíritu universal y desinteresado del viejo humanismo al estudio de las ciencias consideradas en su estado moderno de desarrollo. No sólo es humanista el que lee y entiende a T cito en Latín, sino también aquel que sabe descubrir y saborear el inmenso caudal de inspiración que encierra la obra de Euclides, de Newton, de Faraday o de Maxwell.

Después de este conjunto de reflexiones, queridos amigos, y como investigadores debemos desterrar la idea de movernos en compartimentos estancos. Es necesario crear una nueva perspectiva de colaboración fructífera entre las diferentes ciencias.

En este sentido a continuación voy a hablarles de las TÉCNICAS DE PROSPECCION GEOFISICA APLICADAS A LA ARQUEOLOGIA donde la informática constituye uno de los pilares fundamentales de nuestra investigación, como se demostrar posteriormente en mi intervención.

En primer lugar como consideraciones arqueológicas he de decirles que ante el desarrollo de técnicas aplicables a la prospección arqueológica y las posibilidades que ofrecen para el establecimiento de un inventario en el que la realización es fundamental para la conservación de nuestro patrimonio, todos los arqueólogos deben considerar tales actividades.

La prospección llega a ser una fase importante ANTES, DURANTE Y DESPUÉS del trabajo de terreno. Ella pretende llegar a ser a todos los niveles análogos a una práctica de laboratorio y, como tal, debe estar enteramente en su desarrollo. Bajo tal óptica, la excavación, acto necesario del arqueólogo, no llegaría a ser más que una etapa de un conjunto de actividades de investigación.

La prospección sola, permite planificar la encuesta arqueológica y, consecuentemente, considerar el desarrollo y las orientaciones menos empíricas. Es urgente elaborar programas de investigación respetando las exigencias que consideramos fundamentales:

- Hacer frente a las amenazas de destrucción.
- Formar y dotar personas capaces de hacer el receso de la información arqueológica.

- Cuidar los recursos arqueológicos indispensables.

Por otro lado, la existencia de métodos y técnicas no ayuda a la arqueología si no está organizada en el seno de una Organización a Nivel de Estado que definiera: los ejes mayores de la investigación, las acciones prioritarias y coordinara las diferentes REGIONES o COMUNIDADES AUTONOMAS. Es necesario, por tanto, realizar células de prospección que dependan de las Delegaciones Generales del Patrimonio Artístico y Delegaciones Provinciales de Cultura. Todo ello sin lugar a dudas proporcionaría enormes ventajas:

- Límites administrativos precisos.
- Contactos estrechos con los servicios de equipamientos.
- Facilidades de observación.

Es decir, la elección de objetivos adaptados a las necesidades y a las posibilidades técnicas no puede hacerse más que por una concertación entre HISTORIADORES Y CIENTIFICOS en el seno de las estructuras donde cada uno colabora en un respeto mutuo. Consagra lo que se denomina Pluridisciplinariedad. Esto no puede ser fructuoso más que en el cuadro de una cooperación íntima y profunda de las dos partes implicadas en el diálogo, cada una en definitiva, sintiendo los problemas y las técnicas de la otra.

Dos interrogantes que conducen a la reflexión:

- ¿EL ARQUEOLOGO ESTA SEGURO DE CONOCER TODOS LOS MEDIOS QUE ESTAN ACTUALMENTE DISPONIBLE PARA SU INVESTIGACION?.
- ¿EL CIENTIFICO CONOCE TODOS LOS PROBLEMAS QUE SE LE PLANTEAN AL ARQUEOLOGO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA EXCAVACION?.

Es obvio, y nuestra experiencia así lo confirma, que la ligazón entre ambas disciplinas no está favorecida por las estructuras actuales. Para que la ciencia arqueológica progrese rápidamente, como en otros países, es necesario que una colaboración se desarrolle sobre temas definidos en común y, sobre programas de trabajos precisos. Este intento debe seguir hasta el momento de la INTERPRETACION DEFINITIVA. Errores y excesos, con esta filosofía de pensamiento serán evitados.

Una vez esbozadas algunas consideraciones sobre la prospección arqueológica voy a presentarles LA METODOLOGIA UTILIZADA EN INVESTIGACION ARQUEOFISICA:

Los métodos de prospección geofísica son bastante más variados y numerosos que lo que se piensa habitualmente. Su aplicación requiere exigencias de rigor equivalentes a las de la excavación para evitar la introducción de groseras fuentes de error. La excavación llega a ser lenta; la prospección, por su relativa rapidez, ensancha el campo de visión del arqueólogo. Es, sin embargo, necesario tener una clara conciencia de posibilidades y de límites de procedimientos utilizados, debido a que todos son a la vez SELECTIVOS y POLIVALENTES.

Todos los métodos de prospección tienden a la puesta en evidencia de estructuras anómalas, es decir estructuras que difieren de su medio por características bien precisas. De hecho, la noción de norma, y consecuentemente de anomalía, no tiene más que una significación estadística. Estas dos nociones nos conducen al problema de la elección de los métodos: en un caso dado, el mejor método es aquel que hace aparecer una norma tan estable como posible, y sobre las estructuras arqueológicas, una anomalía tan diferente de la norma como posible. Hay que decir que la cualidad del contraste entre la anomalía y la norma va con la naturaleza de los objetos perturbadores, con la naturaleza del terreno y con el método empleado.

La prospección geofísica creada originalmente como herramienta poderosa para la investigación de yacimientos mineros y petrolíferos, es un conjunto de técnicas físicas y materiales, aplicadas a la exploración del subsuelo para la búsqueda y estudio de yacimientos de materiales útiles para el hombre (petróleo, minerales, carbón, agua subterránea, rocas de interés industrial, etc...). Todo ello conseguido únicamente por medio de observaciones en la superficie de la tierra mediante modernos y sofisticados instrumentos.

En todas estas investigaciones, los cuerpos o estructuras que se buscan pueden detectarse, únicamente, si sus propiedades físicas, contrastan con las de los medios materiales que las rodean. Decimos por tanto que la Prospección Geofísica es una rama de la Física Aplicada que se ocupa del estudio de las estructuras del interior de la Tierra y de la localización de cuerpos delimitados por el contraste de alguna de sus propiedades físicas con la del medio circundante.

Pues bien, cuando se sustituyen los filones metalíferos, por muros, fondos de cabañas, calles, silos, sillares, etc.... en las técnicas geofísicas de prospección se unen cinco ciencias, en un trabajo eminentemente interdisciplinar:

- GEOFISICA
- MATEMATICA
- INFORMATICA
- ELECTRONICA
- ARQUEOLOGIA

Para dar origen a una ciencia aplicada que denominamos, tal vez no acertadamente para algunos: ARQUEOFISICA.

La experiencia acumulada por numerosos investigadores: CARABELLI, LININGTON, CLARK, SCOLLAR, CHEVALLIER, HESSE, KERMORVANT y nuestro grupo de investigación, demuestra que no todos los métodos son válidos en Arqueología. Fundamentalmente son dos los que utilizamos:

- EL MÉTODO ELÉCTRICO
- EL MÉTODO MAGNÉTICO

Por razones obvias no voy a entrar en un estudio teórico de estas técnicas pero si Vds. me lo permiten, muy brevemente y, utilizando varias transparencias y diapositivas expondré la

metodología que venimos desarrollando desde el año 1980 en colaboración con la Universidad de Tours en Francia, mostrándoles así mismo algunos de los yacimientos investigados concretamente en Francia y Portugal.

Está claro que a todas luces estas imágenes que les he mostrado no dejan de ser espectaculares, pero inmediatamente surge la pregunta:

¿Cómo han de utilizarse estas imágenes y para quien (quienes) le (s) va a ser de utilidad?.

En definitiva, se plantea el terrible problema de la interpretación que como en todas las manifestaciones interdisciplinarias tanto el Geofísico, Informático, Arqueólogo o Matemático que aborden esta tarea conjunta deben tener conocimientos comunes, ya que ser necesaria esta comunión de ideas para una ulterior INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.