

## La dimensión temporal: Arqueología Digital y e-Historia.

La **Arqueología virtual** se ha definido como aquella forma de hacer arqueología que utiliza técnicas de visualización asistidas por ordenador para la gestión integral del patrimonio arqueológico. Sin embargo, para los arqueólogos reales, la arqueología virtual pareciera un juego, vista con desdén por los auténticos profesionales que no parecen darse cuenta de la importancia de la visualización asistida por ordenador como herramienta.

El problema es que la tecnología informática actual es parte del problema, aunque debería ser parte de la solución. La arqueología virtual, por ejemplo, se ha desarrollado como una rama independiente de la arqueología; en la última década, la disponibilidad de potentes herramientas de hardware y software ha acostumbrado al público a una perfección formal en la infografía, mientras que la calidad de los productos digitales está mejorando día a día gracias al rápido desarrollo tecnológico. Este proceso ha conducido, por una parte, a algunos resultados muy impresionantes, pero por otra, ha significado que el mensaje en la comunicación cultural de la arqueología está a menudo condicionado por una idea general y superficial de la antigüedad.

¿Por qué necesitamos ordenadores para explicar restos arqueológicos y para interpretar la historia? Durante años, los problemas científicos que nos atrevíamos a resolver estaban condicionados por la falta de tecnología. El papel y el lápiz eran todo lo que creíamos necesitar para estudiar qué sucedió en el pasado más remoto. Hoy los ordenadores han desplazado lápices y papeles, pero las viejas preguntas siguen siendo las mismas, con las mismas limitaciones; producimos ilustraciones del pasado que parecen reales y acabamos creyéndonos que esa reconstrucción virtual es real. En astronomía, física y muchas otras ciencias, sin embargo, la visualización asistida por ordenador se utiliza no solo para crear imágenes espectaculares sino como una manera de entender soluciones analíticamente complejas a problemas muy complicados. La visualización computacional en esas disciplinas no tiene ninguna pretensión de parecer "real", se limita a ser explicativa. En esas disciplinas se utiliza un lenguaje gráfico para crear y editar modelos explicativos para obtener el valor de sus parámetros y visualizar su conducta y estructura, incluso cuando su conducta va mucho más allá de un carácter visual. En estos casos, "virtual" hace referencia a "modelo", la reproducción de una idea o de algo que actúa como sustituto. Un modelo (visual o matemáticamente expresado) es una representación de alguno (no necesariamente todos) los elementos de una entidad. El propósito del modelo es permitir la comprensión de la estructura o conducta de la entidad. Permite "experimentar" con un sustituto de esa entidad, modificándolo de acuerdo a ciertos propósitos bien definidos.

Aquí radica la base de un enfoque "informatizado" de la arqueología o, si se quiere, una forma "mecánica" de razonar sobre el pasado. El supuesto principal es que una

percepción debiera relacionarse con una afirmación acerca del suceso causal (acción social, uso, intención, función) que haya producido la evidencia percibida. En su sentido más básico la tarea puede reducirse al problema de detectar estímulos perceptuales clave o rasgos que de manera no ambigua se relacionen con dichos sucesos. Por ejemplo, la apariencia de un desgaste puede ser distintiva de una manera concreta de uso de dicho artefacto, uso que causó dicho desgaste. En este caso decimos que esos rasgos concretos de textura “predicen” que el instrumento fue usado para cortar madera por lo que inferimos que en cierto momento un grupo de gente estuvo cortando árboles. Alternativamente podemos considerar que la forma específica de ciertas vasijas cerámicas predicen su uso pasado como contenedores de vino, lo que interpretaríamos como evidencia material de producción de vino y comercio. Claramente el objetivo no está en el objeto (hachas, ánforas, elites sociales), sino una conducta causal: cortar árboles, envasar vino, coerción social.

En otras palabras, las tecnologías informáticas deberían ayudarnos a descubrir lo que no se puede ver (causas sociales) en términos de lo que realmente se ve (efectos materiales) y de lo que sabemos con certeza que se produjo en algún momento del pasado. La explicación histórica ya no es un texto que hay que leer y entender, sino un conjunto de algoritmos que construyen un simulacro del proceso concreto que se pretende explicar. No “leemos” lo que pasó, sino que el ordenador produce un escenario virtual en el que “vemos” una simulación de lo que pudo haber pasado, y esa “simulación” es producto de un algoritmo concreto que implementa conocimiento científico.

Este procedimiento en particular fue descrito acertadamente por Bateson con el concepto de "explicación cibernética" (Bateson 1967) y desarrollada en Arqueología por J.C. Gardin (1980). La sugerencia de que el razonamiento científico podría consistir simplemente en una secuencia de asociaciones de entrada-salida o de percepciónacción ha sido por muchos otros autores. La idea central parece ser que el razonamiento científico no implica ninguna introspección en el proceso del pensamiento, sino que es en sí mismo un proceso de reconocimiento de patrones, y por tanto realimentado por la experiencia

Este procedimiento parece pedir una "biblioteca" organizada de algoritmos en la que se asocien diversas situaciones perceptivas prototípicas a una etiqueta conceptual que contenga su explicación. La comprensión explicativa consiste entonces en la aprehensión de casos concretos como instancia de tipo general. En otras palabras, se trata de construir una “memoria asociativa”. Esta representación permitiría a una supuesta máquina inteligente anticiparse a los aspectos del objeto arqueológico desconocido, e inferir lo que alguien hizo con él partiendo de relaciones de semejanza y analogía. Inteligencia Artificial en Arqueología sería entonces la generación de un conjunto de descripciones del mundo físico real que pueden ser suficientes (tal vez en concierto con otra información contextual) para identificar instancias de acciones sociales realizadas en el pasado, de acuerdo con lo que hemos llegado a saber de ellas a partir de

experimentos de laboratorio, simulaciones por ordenador o analogías etnoarqueológicas.

La moderna inteligencia artificial, a través de técnicas y tecnologías tales como los sistemas expertos, los algoritmos genéticos y las redes neurales han desarrollado las herramientas que podemos utilizar para este tipo de “arqueología automática”. Las posibilidades de acción con un objeto pueden estudiarse en términos de aquello que no puede realizarse con el mismo (restricciones), y son relaciones mutuas que involucran tanto al agente como a los elementos materiales que éste manipula (y al entorno en el que opera).

La tecnología informática debiera permitir a historiadores e historiadoras construir una Máquina del Tiempo Virtual que simule en el presente los procesos causales que pudieron haber actuado en el pasado prehistórico. Partimos del supuesto de que la Historia podría ser computable en la medida que pueda ser representada algorítmicamente como estados sucesivos de una función input→output. Tal sistema debería consistir en un conjunto de estados, un conjunto de etiquetas que representen las acciones y las relaciones de transición, prescribiendo para cada estado un estado próximo o un posible estado posterior, por ejemplo, qué tipo de acciones podrían ejecutarse y si ocurriese una acción qué estado resultaría. Al seleccionar un estado como la raíz -o estado original- deberíamos obtener una representación formal de un proceso histórico en términos de transiciones sucesivas entre estados consecutivos. En esta estructura, el tiempo es definido en términos de pasos y los pasos son definidos por procesos computacionales.

Informáticamente, esto puede realizarse formulando primero un ‘modelo generativo’, esto es, un algoritmo complejo formado por un conjunto de mecanismos, donde cada mecanismo es un conjunto de entidades y actividades probables, que son capaces de desencadenar una secuencia de eventos probables (por ejemplo: procesos) para lograr determinado resultado (o resultados). Buscaremos cambios en la trayectoria temporal y espacial de ciertas propiedades de una entidad, las cuales aparentan estar ‘causalmente’ vinculadas a los cambios en las propiedades de otra entidad.

De este modo, más allá de los artefactos y hallazgos arqueológicos, podemos construir “sociedades artificiales” que simulan lo que pudo haber sucedido en el pasado. En esa simulación, los “agentes sociales” son “paquetes” de acciones, debidamente programadas, cuyas acciones dependen a su vez de las acciones de otros agentes y de su “percepción” del entorno en el que se sitúan. Esa simulación computacional del modelo de una sociedad que pudo haber existido, debe incluir:

- a) Una descripción de la actividad del mecanismo social
- b) Una descripción del proceso que explica esa actividad

Ese es el desafío de una auténtica Historia Digital: expresar en código informático la conducta social humana en el pasado, con toda la complejidad derivada de las diversas formas de interacción social y la racionalidad implícita de los procesos de decisión. En contra de lo que pudiera parecer, esto no es ciencia ficción, sino que se está haciendo ahora mismo.

En este sentido una arqueología digital no es más que una arqueología que utiliza números para describir lo observable y expresa la explicación de esas descripciones, por medio de números. Las computadoras, la informática aparece entonces como instrumento para procesarlos. Por consiguiente, siempre será más explicativo un algoritmo, que una mera reconstrucción visual del pasado

## Bibliografía de referencia

Aggarwal, Charu C. 2015, *Data Mining*. Springer International Publishing.

Ayyub, Bilal, and Madan M. Gupta, 2012, eds. *Uncertainty analysis in engineering and sciences: fuzzy logic, statistics, and neural network approach*. Vol. 11. Springer Science & Business Media.

Barceló, J.A., 2009, *Computational Intelligence in Archaeology*. IGI Group, Information Science reference. Hershey (NY)

Barceló, J.A., Bogdanovic, I., 2015, *Mathematics and Archaeology*. Taylor & Francis, CRC Press.

Barceló, J.A and F. Del Castillo, 2016, eds. *Simulating Prehistoric and Ancient Worlds*. Springer

Barceló, J. A., and V. Moitinho de Almeida. "Functional analysis from visual and compositional data. An artificial intelligence approach." *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 12 (2012): 273-321.

Bell, James A. 1987 "Simulation modelling in archaeology: Reflections and trends." *European Journal of Operational Research* 30.3: 243-245

Costopoulos, A., & Lake, M. W. 2010. *Simulating change: archaeology into the twentyfirst century*. University of Utah Press.

Domínguez-Rodrigo, M. 2008. Conceptual premises in experimental design and their bearing on the use of analogy: an example from experiments on cut marks. *World Archaeology* 40(1): 67-82.

- Düring, M. (2014). The Potential of Agent-Based Modelling for Historical Research. *Complexity and the Human Experience: Modeling Complexity in the Humanities and Social Sciences*, 121
- Flach, Peter. *Machine Learning: the art and science of algorithms that make sense of data*. Cambridge University Press, 2012.
- Forte, M. (Ed.). (2010). *Cyber-archaeology*. Archaeopress. Oxford.
- Gavin, M. 2014. Agent-Based Modeling and Historical Simulation. *Digital Humanities Quarterly* vol. 8 Num. 4.
- Griffitts, J. 2011. Designing Experimental Research in Archaeology: Examining Technology through Production and Use. *Ethnoarchaeology* 3(2): 221-225.
- Huggett, Jeremy. 2012, "Lost in information? Ways of knowing and modes of representation in e-archaeology." *World Archaeology* 44.4 (2012): 538-552.
- Kohler, T.A. and S.E. van der Leeuw. 2007. *The Model-Based Archaeology of Socionatural Systems*. SAR Press, Santa Fe (NM).
- Remondino, F., & Campana, S. (Eds.). (2014). *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and best practices*.
- Suárez, J.L., Sancho, F., 2011 A Virtual Laboratory for the Study of History and Cultural Dynamics *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 14 (4) 19

Autor: Joan Antón Barceló  
Departamento de Prehistoria UAB