

EL METRO: PATRÓN INEXACTO PARA MEDIR EXACTAMENTE

José R. Galo Sánchez^{1,3}, Inmaculada Crespo Calvo², Juan J. Cañas Escamilla³

ma1gasaj@uco.es, juanjesuscaes.averroes@juntadeandalucia.es, inmacrespo@auna.com

¹ Universidad de Córdoba, Dpto. de Informática y Análisis Numérico.

² I.E.S. “Pablo de Céspedes” de Córdoba.

³ I.E.S. “Alhaken II” de Córdoba.

Resumen

Las características intrínsecas de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación: interactividad, accesibilidad, comunicabilidad, integración multimedia e hipermedia, entorno colaborativo,... permiten el desarrollo de recursos educativos que impelen al profesorado no sólo a la introducción de nuevas herramientas en el aula, sino a la producción del cambio metodológico. La Consejería de Educación de la Junta de Andalucía fomenta la elaboración de recursos por y para la comunidad educativa. En este trabajo presentamos una colección temática de objetos de aprendizaje desarrollada al amparo de la convocatoria de 2005. La motivación inicial se centra en la unidad de medida universal denominada *metro*, pero su génesis —la medición del cuadrante terrestre— conlleva una paradójica labor creando *un patrón inexacto para medir exactamente*, una quijotesca empresa que en la obtención de la unidad emplea una amplia diversidad de conocimiento, pero según Kronecker: “Dios creó el uno, el resto es obra del hombre”.

Palabras clave: Recursos educativos, TIC, metro, medida.

THE METRE: INEXACT STANDARD TO MEASURE EXACTLY

Abstract

The intrinsic characteristics of ICT (Information and Communication Technologies): interactivity, accessibility, communicationality, multimedia and hypermedia integration, collaborative environment,... allow the development of educational resources that encourage teachers, not only to introduce new tools in their class, but to develop a methodological change. The “Consejería de Educación de la Junta de Andalucía” promotes the production of resources by and for the educational community. In this paper, we present a thematic collection of Learning Objects developed under the protection of the 2005 call. The initial motivation is focused on the universal measure unity called *metre*, but its origin —the measurement of the Earth's quadrant— implies a paradoxical task since it was created as an *inexact standard to measure exactly*, a quixotic task which uses a wide variety of knowledge to obtain the unit, but according to Kronecker: “God created the one, all else is the work of man.”

Keywords: Educational resources, ICT, metre, measurement.

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía mediante:

- Proyecto AYU-044/05 para la elaboración de materiales y recursos educativos digitales.
- Proyecto de Investigación Educativa PIV-031/06

EL METRO: PATRÓN INEXACTO PARA MEDIR EXACTAMENTE

Las "Tecnologías de la Información y Comunicación" (TIC) engloban e intrínsecamente portan un amplio conjunto de propiedades que las convierten en catalizadores de la "Sociedad del Conocimiento". Quedar al margen de las TIC se convierte en una nueva forma de analfabetismo y exclusión social y por consiguiente su incorporación en las aulas y los centros educativos se convierte en una prioridad para una sociedad que quiere ser protagonista de su futuro. Pero esta incorporación no puede limitarse sólo a la introducción de nuevas herramientas en el aula, sino que necesita propiciar la creación de nuevos entornos de enseñanza y aprendizaje, en los que cambiarán los papeles tradicionales de profesorado y alumnado. Y la consecución del cambio metodológico requiere la disponibilidad de nuevos recursos y materiales educativos a los que la comunidad educativa pueda acceder en condiciones de igualdad. En esta línea la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA) ha puesto en marcha el Plan Educativo para el impulso de la Sociedad del Conocimiento y dentro de él ha establecido convocatorias anuales de ayudas al desarrollo de materiales y recursos educativos en software libre por y para la comunidad educativa. El recurso aquí presentado se enmarca en la convocatoria de la CEJA de 2005 (orden de 9 de marzo de 2005, BOJA núm. 62 de 31 de marzo). Este recurso se configura como una colección temática de objetos de aprendizaje, cuya motivación inicial se centra en la unidad de medida universal denominada *metro*, pero su génesis —la medición del cuadrante terrestre— conlleva una paradójica labor creando *un patrón inexacto para medir exactamente*, una quijotesca empresa que en la obtención de la unidad emplea una amplia diversidad de conocimiento, pero según Kronecker: "Dios creó el uno y... el resto lo inventaron los hombres".

Objetivos primarios y finales

El objetivo básico inicial podría describirse como la elaboración de una unidad didáctica sobre el patrón del sistema métrico decimal: el metro. Pero el conocimiento racional y analítico del metro, su necesidad, su concepción, su obtención, su desarrollo e implantación —aún todavía inacabada—,... en definitiva su historia, nos obliga a acudir al estudio de otras áreas o aspectos del conocimiento humano. Esto nos involucra y conduce al planteamiento de diversos objetivos adicionales que podrían ser cubiertos mediante la elaboración de nuevas unidades didácticas, autónomas e interrelacionadas, cada una de ellas constituidas a su vez por un conjunto de recursos educativos con carácter "granular", "objetos de aprendizaje", que compartiendo una motivación común, es decir, un mismo origen o ascendente son autónomos, con sello propio y distinguible. Así pues, el objetivo inicial se reformula en la elaboración de una colección monotemática de objetos de aprendizaje, cuyo argumento conductor principal es el metro, pero que guía a otros argumentos "secundarios" que se invisten como primarios. Un repositorio que acoja experiencias y conocimientos, algunos en apariencia no conexos, pero contando con un argumento que sirve de conector y motivador.

Llegado este punto podemos descender al nivel de mayor concreción e indicar los objetivos particulares que se cubren con este proyecto. Es obvio que la amplia diversidad que el tema engloba sólo ha podido ser cubierta parcialmente en un desarrollo ajustado a una planificación temporal de un año y a una cuantificación previa de compromisos. El producto final ha sido un repositorio de "objetos de aprendizaje" compuesto por 50 objetos con contenidos que se enmarcan dentro del tema central del proyecto "el metro" y cuyo detalle y conceptualización detallaremos posteriormente. Cada objeto engloba diferentes páginas que recogen su objetivo, escenas interactivas, test interactivo, guía de las escenas, actividades, ejercicios, guía didáctica y referencia a contenidos, estando constituido su núcleo central por 117 escenas interactivas parametrizables y 50 test interactivos con aleatoriedad en el orden de las preguntas y en el de las respuestas.

Descripción técnica del material del proyecto

El material desarrollado en este proyecto se configura como un conjunto de páginas web o documentos "hipertextuales" que pueden ser accesibles y observables mediante los programas informáticos denominados navegadores, bien localmente o bien mediante Internet. Este conjunto de documentos constituyen un repositorio de recursos educativos, configurado como

una colección temática de “objetos de aprendizaje”, relacionados con el tema motivador y central del proyecto: “El metro”.

Seleccionado un objeto en el índice del repositorio se accede a su menú asociado, constituido por un conjunto de componentes, que presenta el esquema común reflejado en la Figura 1. El acceso a cada componente se efectúa mediante la selección y pulsación del correspondiente botón. En la parte central se indica el título del objeto y en la parte inferior, en un mensaje rotativo, un breve resumen de su objetivo.

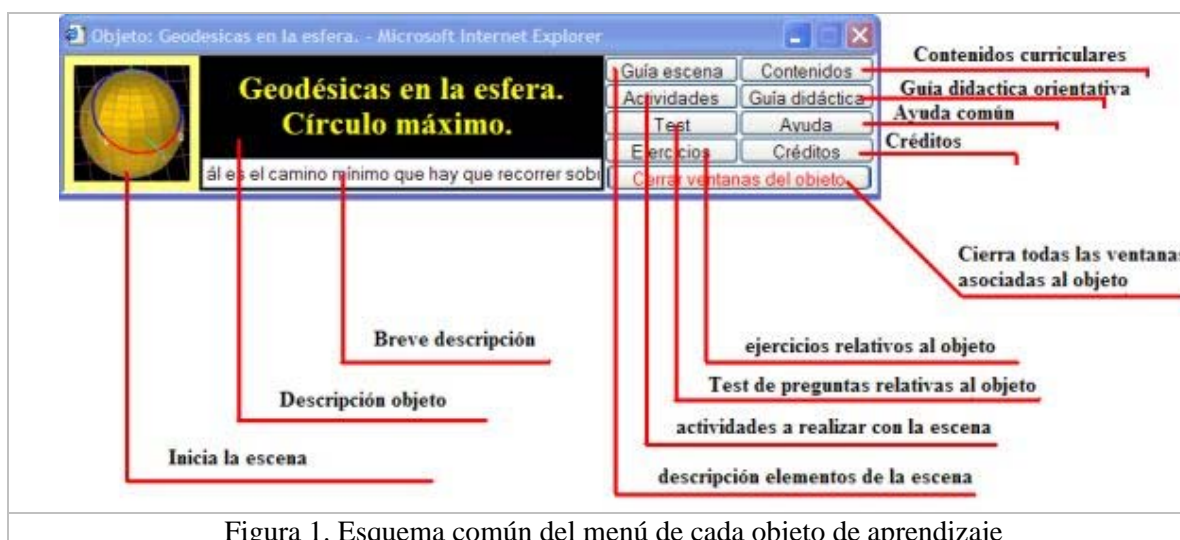


Figura 1. Esquema común del menú de cada objeto de aprendizaje

Cada objeto pivota en torno a una escena o conjunto de escenas interactivas —se puede observar y experimentar el funcionamiento, manejo y uso accediendo a la página de este recurso¹ y seleccionando en el menú general: “Manual del usuario-> Ayuda escenas interactivas”—. Dichas escenas conforman el núcleo del objeto, y se complementan y revisten con otros elementos descriptivos:

1.- Objetivo de la escena: Página web, que se abre cuando se selecciona la activación de la escena interactiva y que describe brevemente cual es el concepto o conceptos que se desarrollan.

2.- Guía de la escena: Página donde se efectúa una descripción de cada una de las escenas que intervienen en el objeto. Se detallan cada uno de los controles que intervienen, el contenido textual y gráfico que aparece, su contexto y finalidad.

3.- Actividades a realizar con la escena: Introduce una guía de uso de la escena en la consecución del objetivo planteado. Ciertamente es preferible la iniciativa del discente que la usa, pero ciertos aspectos o matices de los conceptos tratados podrían quedar obviados. Su lectura permite seguir una línea reflexiva de aprendizaje.

4.- Test: Preguntas que presentan tres posibles respuestas de la que una y sólo una es verdadera. La corrección es automática indicando si la selección efectuada es o no correcta y en este último caso se señala la respuesta válida. Cada instancia o uso de un mismo test conlleva una presentación diferenciada, ya que aleatoriza el orden de las preguntas y dentro de estas también aleatoriza el orden de las respuestas.

5.- Ejercicios relativos a la escena: En este apartado se recogen tipos de ejercicios relacionados con el concepto tratado. No es una relación con enunciados cerrados, sino propuestas o ideas que pueden ser elaboradas en detalle por el profesor.

6.- Contenidos relacionados con la escena, índice de contenidos.

7.- Guía didáctica de la escena: Refleja un resumen de posibles niveles en los que puede ubicarse el uso del objeto, e indicaciones que ayuden y complementen en la planificación y organización de la labor docente.

¹ Actualmente puede consultarse en la dirección http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_alhaken_ii/galo/El_metro, estando pendiente su ubicación definitiva por la administración educativa.

8.- Créditos: Recoge la información relativa a los promotores y desarrolladores, al organismo que lo ha subvencionado, la herramienta utilizada y su promotor.

9.- Ayuda: Recoge la información relativa al proyecto, su organización en objetos de aprendizaje, la composición de estos, su descripción conceptual y manejo, los requisitos técnico-informáticos para su adecuado uso, las indicaciones específicas relativas al manejo de las escenas interactivas y a la herramienta usada en el desarrollo.

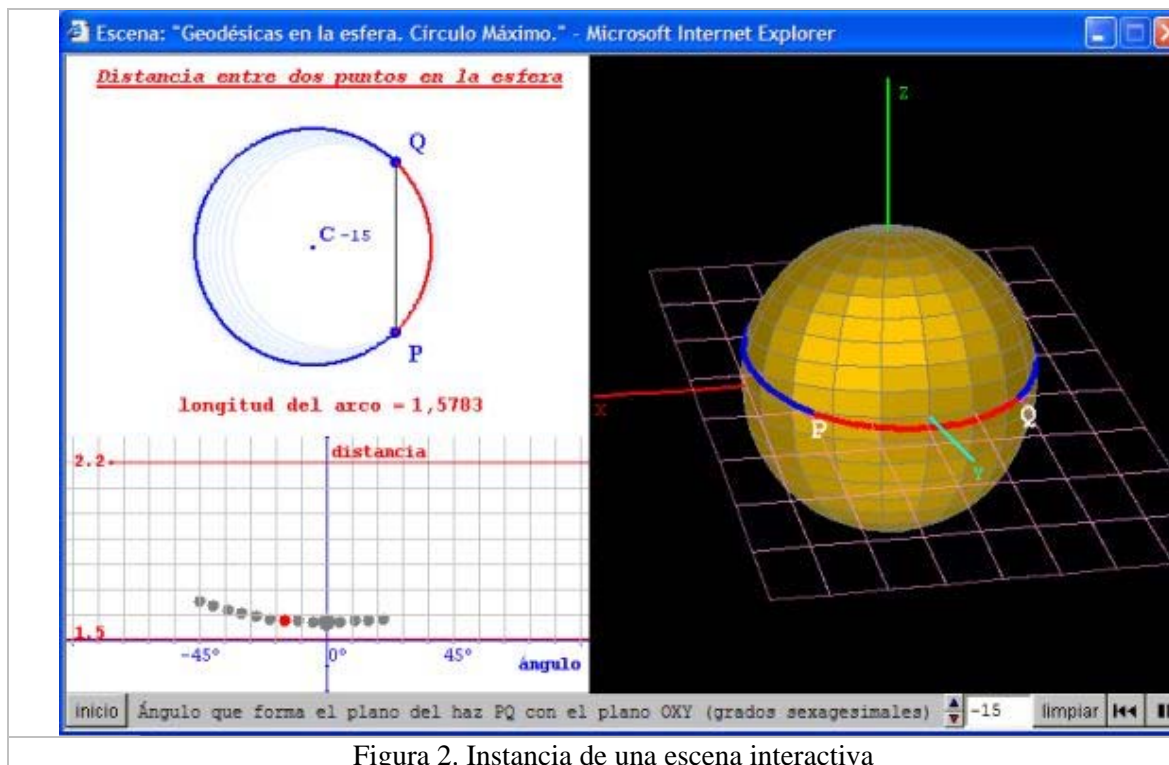


Figura 2. Instancia de una escena interactiva

Las escenas interactivas (Figura 2) han sido desarrolladas con la herramienta, promovida por el Ministerio de Educación, denominada "Descartes", la cual es la base material sobre la que se fundamenta un proyecto educativo TIC con igual nombre —[Proyecto Descartes](#) (1999)—. La herramienta Descartes es un “applet” —programa escrito en lenguaje Java que se difunde a través de la red y se ejecuta en el navegador para ofrecer funciones o utilidades que no se pueden realizar con el lenguaje HTML—. En concreto, en los recursos aquí presentados se ha usado exclusivamente el “applet” denominado Descarte3.jar, correspondiente a la tercera versión de dicha herramienta. A diferencia de otros “applets”, éste se ha diseñado no sólo para permitir la interactividad en la presentación y visualización de las escenas, sino para que el usuario final también pueda editar y modificar las escenas previamente elaboradas.

Los recursos al haber sido elaborados en lenguaje “html”, “JavaScript” y “Descartes” son portables a otros entornos, con lo que se garantiza la “independencia” del sistema operativo y del navegador considerado.

Mapa conceptual del recurso educativo

El esquema conceptual que describe los cincuenta objetos de aprendizaje que conforman el recurso educativo de “El metro” desglosa estos en cuatro apartados o líneas de trabajo:

1.- La necesidad de establecer patrones comunes de medida para el intercambio y ágil comunicación internacional condujo al Sistema Métrico Decimal (SMD), que se refleja mediante ocho objetos en los que se desarrolla la evolución de la definición del metro desde su nacimiento hasta la actualidad, presentando la alternativa de la definición primigenia a partir del péndulo y la correspondiente al cuadrante del meridiano terrestre. Se trabaja con las diferentes unidades del SMD correspondientes a longitud, superficie, volumen, capacidad y masa.

2.- Medir requiere un aprendizaje y práctica en el uso de los patrones, de las unidades y del control de los errores que toda medida conlleva. El bloque de Medida recoge 13 objetos de aprendizaje que desglosan: Medida de longitudes, superficies, volúmenes y perfiles topográficos, problemas de extremos condicionados en áreas y volúmenes, proporcionalidad, la paradoja entre superficie y volumen reflejada mediante la Trompeta de Gabriel y el tratamiento de errores mediante mínimos cuadrados y la transmisión de errores por elementos "outlier".

3.- La medición del cuadrante de la Tierra presupone un diverso conocimiento que se agrupa en el apartado de "Modelo", que comprende dos subapartados: La Tierra como superficie de revolución y el estudio de las Geometría euclídea y las no euclídeas:

3.1.-La Tierra como superficie de revolución, con ocho objetos, dirige al estudio de la esfera o esferoide en particular y a los sólidos de revolución en general, al estudio de las geodésicas o líneas de distancia mínima (base de la medición) y a las loxódromas o líneas de rumbo de gran utilidad en la navegación.

3.2.-Geometrías euclídeas y no euclídeas (elíptica e hiperbólica), con cinco objetos, donde se pone de manifiesto como la verificación o no verificación del quinto postulado de Euclides conduce a alternativas geométricas diferenciadas. En particular se muestra la suma de los ángulos de un triángulo en cada una de ellas.

4.- La representación de la Tierra en un plano requiere de técnicas específicas dado que la esfera no es una superficie desarrollable. La elaboración y confección de "Mapas" provoca y basa el cuarto bloque de contenidos:

4.1.- Orientación y navegación reflejada en la "Rosa de los vientos" (un objeto)

4.2.- Proyección cilíndrica (en particular la proyección de Mercator), su problemática, y el necesario conocimiento de la superficie desarrollable denominada cilindro (diez objetos).

4.3.-Proyección cónica, su problemática, y el necesario conocimiento de la superficie desarrollable denominada cono y su generalización (7 objetos).

Y es esta diversidad dentro de la globalidad y unidad conceptual primigenia la que ha permitido obtener un recurso que desarrolla, que recoge con una creatividad diferenciada, ciertos aspectos del concepto motivador, una amplia diversidad que nos empuja a realizar la siguiente propuesta de redefinición: **El metro: patrón de medida del conocimiento.**

Referencias

- Alder, K. (2003). *La medida de todas las cosas. La odisea de siete años y el error oculto que transformaron el mundo*. Madrid: Taurus Ediciones.
- Aznar, J. (1997). *La unificación de los pesos y medidas en España durante el siglo XIX. Los proyectos para la reforma e introducción del Sistema Métrico Decimal*. Tesis Doctoral. Universitat de València, Valencia.
- Bureau International des Poids et Mesures (BIMP). Consultado el 25 de marzo de 2007 desde <http://www.bipm.fr/>
- Lafuente, A. y Delgado, A. (1984). *La geometrización de la tierra: Observaciones y resultados de la expedición geodésica Hispano-francesa al Virreynato del Perú (1735-1744)*. Madrid: CSIC, Instituto "A.de Vilanova".
- Jorge-Juan y Ulloa, A. (1748). *"Observaciones Astronómicas y Físicas hechas de orden de S.M. en los Reynos del Perú"*. Madrid: Imp. Zuñiga.
- Muñoz, F. (2003). *Las medidas del tiempo en la Historia. Calendarios y relojes*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. Universidad de Valladolid.
- Pérez-Reverte, A. (2000). *La carta esférica*. Editorial Alfaguara.
- Proyecto Descartes (1999). *Página del proyecto*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia. Consultado el 25 de marzo de 2007 desde <http://descartes.cnice.mecd.es/>.
- Ten, A. (1996). *Medir el metro. La historia de la prolongación del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona, base del Sistema Métrico Decimal*. Valencia: Universitat de València-C.S.I.C. Instituto de estudios documentales e históricos sobre la Ciencia.
- Verne, J. (1872). *Aventuras de tres rusos y tres ingleses en el África Austral*. Barcelona: edición de 1965, Ed. Ramón Sopena.
- Villena, L. (1984). El metro. *Investigación y Ciencia* 88, 42-43.