

**ACTAS DE LAS III JORNADAS DIDÁCTICAS DE LA
ESCUELA UNIVERSITARIA DE FORMACION DEL
PROFESORADO DE EGB**

HOMENAJE A JOSÉ MARTEL MORENO

30	39	48	1	10	19	28
38	47	7	9	18	27	29
46	6	8	17	26	35	37
5	14	16	25	34	36	45
13	15	24	33	42	44	4
21	23	32	41	43	3	12
22	31	40	49	2	11	20



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
SERVICIO DE PUBLICACIONES

II. La historia de la ciencia y la técnica en la época del descubrimiento de América como útil para la enseñanza global de las Ciencias.

JUAN MANUEL MARTÍN GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Durante el siglo XV, y sobre todo a finales de éste, comienza lo que se ha conocido como "La Expansión Europea". Los portugueses colonizan los archipiélagos atlánticos, salvo Canarias, y la costa oeste africana, trazando las rutas marinas que posteriormente les permitirán llegar a las "Indias Orientales" o "Islas de las Especies" y organizando su vasto imperio colonial en ultramar. Las coronas de Castilla y Aragón, que tras su unificación se empiezan a consolidar como una de las principales potencias de la época, tienen en este sentido experiencias distintas: Aragón había comenzado hacía tiempo una política de expansión mediterránea (Baleares, Sicilia, Nápoles, ...), mientras que Castilla se esforzaba en una guerra de conquista contra los, cada vez más exigüos, dominios musulmanes en la Península Ibérica. No obstante, los castellanos poseían alguna experiencia colonizadora en alta mar con la conquista del archipiélago canario.

En la primera mitad del siglo XVI se consolida el descubrimiento de todo el globo terrestre y comienza la explotación de los nuevos territorios. Para el continente europeo y los nuevos estados que empiezan a surgir, estos sucesos tienen una importancia, en algunos aspectos, capital. Por una parte, potencian una nueva estructura del poder político y económico; por otra, la mayor parte de los conocimientos científicos y técnicos se ponen al servicio de las expediciones de "conquista y poblamiento" y por ello, en muchos casos, se exponen a ser revisados, y, en otros, sencillamente, han de ser creados o inventados.

Mientras la vieja concepción geográfica del mundo, deudora de las antiguas civilizaciones mediterráneas (Egipto, Grecia, Roma, Islam...), se va desvaneciendo, nuevos problemas requieren soluciones demasiado rápidas para los estrechos conceptos aristotélicos del hombre renacentista. La interpretación de lo que se descubre y, sobre todo, la necesidad de personal cualificado, obligan a los monarcas de la época a fomentar el desarrollo de universidades y de escuelas de formación técnica. Por otra parte, las nuevas posesiones han de ser cuantificadas (definición de límites territoriales, número de habitantes, ganadería, producción agrícola...), explotadas (minas, plantaciones...), repartidas, etc. Esto implica la creación de todo un sistema de funcionarios de la Corona que toman nota de lo que ven y levantan actas.

Además de la costumbre de enviar hombres de ciencia y escribanos en las expediciones de descubrimiento, están las crónicas personales de muchos clérigos, soldados, etc., que narran sus peripecias personales, describen lo que ven, juzgan lo que se debería hacer, o elaboran teorías que intentan explicar lo que aparece ante sus ojos. Gracias a todo ello, contamos con un material de valor incalculable para historiadores, antropólogos, etc.

Ahora bien, ¿es posible la utilización de todo este material en la enseñanza de la ciencia?. En primer lugar hemos de tener en cuenta que la actual separación entre diferentes materias no existía entonces. Las ciencias de la época: filosofía, cosmografía, geografía, astronomía o astrología, geodesia o física del globo, matemáticas, medicina, alquimia, botánica, etc., no tienen el mismo carácter ni el sentido que se les da hoy.

Por otra parte, los filósofos y hombres de ciencia de entonces, realizaban cálculos y elaboraban teorías bastante complejas. El nivel de conocimientos teóricos en algunas materias estaba muy desarrollado. Pensemos, por ejemplo, en las dificultades matemáticas y astronómicas que suponen la construcción de astrolabios.

Hemos dicho anteriormente que en la época del descubrimiento de América toda la ciencia se pone al servicio de dicha causa, y que se cuestionan las viejas teorías cosmológicas. Si además tenemos en cuenta que estas teorías son, muchas veces, aplicadas por navegantes, soldados o personas con escasa formación, podemos encontrar un

marco en el cual tenga cabida esta propuesta como tal propuesta didáctica.

Una descripción, evidentemente no exhaustiva, de los problemas a los que se enfrentaron los navegantes y primeros pobladores europeos de los territorios recién descubiertos, y de la trascendencia de su obra, nos ayudará a comprender mejor el significado de lo que intentamos.

1.- La navegación por el Atlántico hacia el Oeste pareció poco rentable a los portugueses cuando Colón se la propuso. Entre las causas puramente técnicas (las económicas o políticas no las trataremos aquí) cabe destacar:

- Las naves eran poco seguras y demasiado pequeñas para tal empresa. El éxito de la carabela de vela triangular, que convirtió a los portugueses en reyes del mar, no era suficiente.

- El cálculo de Colón de la longitud del meridiano terrestre, basado en el cálculo de Ptolomeo, y en añadidos de su propia cosecha, (cálculo que, como es sabido, reducía el radio terrestre en casi mil kilómetros y situaba a Cipango (Japón) aproximadamente en Cuba ó Florida), no convencía, toda vez que un simple cálculo como el de Hiparco, a pesar del error, da la auténtica distancia entre Lisboa y Japón.

- La brújula era un instrumento muy utilizado por los navegantes de la época, pero la navegación se hacía por cabotaje y a la estima, sin perder mucho de vista las conocidas costas atlánticas y mediterráneas. Navegar en mar abierto suponía medir la latitud y longitud del lugar con precisión razonablemente buena y además, proyectar las posiciones y rumbos en una carta marina. La longitud era un problema sin resolver en esa época, y lo siguió siendo muchos años. La latitud, en cambio, se medía con facilidad, calculando la altura de la estrella polar o del sol, con cuadrantes o astrolabios marinos (simplificación de los usados por los astrónomos). La longitud se estimaba calculando casi a ojo la velocidad del buque, el rumbo (brújula) y la latitud, que el piloto iba anotando con su compás en la carta.

- Las cartas marinas o portulanos, que por ese entonces habían alcanzado un gran desarrollo, no resultaban adecuadas.

2.- Las rutas que sigue Colón, ya desde su primer viaje, son todavía hoy motivo de discusiones. Viaja a América casi de la mejor forma posible para un barco de vela: con vientos alisios (Anticiclón de Azores) y corrientes a favor. A lo largo del viaje va anotando lo que sucede con sorprendente minuciosidad, como es el caso de la declina-

marco en el cual tenga cabida esta propuesta como tal propuesta didáctica.

Una descripción, evidentemente no exhaustiva, de los problemas a los que se enfrentaron los navegantes y primeros pobladores europeos de los territorios recién descubiertos, y de la trascendencia de su obra, nos ayudará a comprender mejor el significado de lo que intentamos.

1.- La navegación por el Atlántico hacia el Oeste pareció poco rentable a los portugueses cuando Colón se la propuso. Entre las causas puramente técnicas (las económicas o políticas no las trataremos aquí) cabe destacar:

- Las naves eran poco seguras y demasiado pequeñas para tal empresa. El éxito de la carabela de vela triangular, que convirtió a los portugueses en reyes del mar, no era suficiente.

- El cálculo de Colón de la longitud del meridiano terrestre, basado en el cálculo de Ptolomeo, y en añadidos de su propia cosecha, (cálculo que, como es sabido, reducía el radio terrestre en casi mil kilómetros y situaba a Cipango (Japón) aproximadamente en Cuba ó Florida), no convencía, toda vez que un simple cálculo como el de Hiparco, a pesar del error, da la auténtica distancia entre Lisboa y Japón.

- *La brújula era un instrumento muy utilizado por los navegantes* de la época, pero la navegación se hacía por cabotaje y a la estima, sin perder mucho de vista las conocidas costas atlánticas y mediterráneas. Navegar en mar abierto suponía medir la latitud y longitud del lugar con precisión razonablemente buena y además, proyectar las posiciones y rumbos en una carta marina. La longitud era un problema sin resolver en esa época, y lo siguió siendo muchos años. La latitud, en cambio, se medía con facilidad, calculando la altura de la estrella polar o del sol, con cuadrantes o astrolabios marinos (simplificación de los usados por los astrónomos). La longitud se estimaba calculando casi a ojo la velocidad del buque, el rumbo (brújula) y la latitud, que el piloto iba anotando con su compás en la carta.

- Las cartas marinas o portulanos, que por ese entonces habían alcanzado un gran desarrollo, no resultaban adecuadas.

2.- Las rutas que sigue Colón, ya desde su primer viaje, son todavía hoy motivo de discusiones. Viaja a América casi de la mejor forma posible para un barco de vela: con vientos alisios (Anticiclón de Azores) y corrientes a favor. A lo largo del viaje va anotando lo que sucede con sorprendente minuciosidad, como es el caso de la declina-

ción tanto a la izquierda como a la derecha de la aguja magnética. Hace observaciones sobre el clima, el mar, la flora y fauna. Por si fuera poco, elabora toda una teoría geodésica en la que da a la tierra forma de pera, basándose en su propio análisis de la realidad. Algunos autores consideran que Colón es precursor del método científico, desarrollado posteriormente.

3.- En los textos de los descubridores y conquistadores hay observaciones de la fauna, flora o geología, pero lo que quizá sea más digno de destacar es la ingenuidad de los análisis y las conclusiones a que llegan, variando estos según intereses. Esta forma de razonar es muy parecida a ciertos preconceptos que pueden detectarse fácilmente en niños.

4.- Una pregunta está siempre en la mente de los hombres cultos de mediados del siglo XVI, si en América hay personas y animales y no existe prácticamente comunicación con otros continentes, ¿cómo han llegado aquí? La cuestión ha esperado respuesta durante muchos años, y a lo largo de los siglos XVI y XVII suscitó un agrio debate, con el arca de Noé y la torre de Babel como principales estrellas, y el concepto de roca, montaña, terremoto, etc., como actores de paso.

En resumen, en lo que a la ciencia del Renacimiento se refiere, podemos considerar algunos aspectos importantes:

-La ciencia de la época al completo se pone al servicio de la expansión.

-Las antiguas teorías cosmológicas y geográficas se ponen en cuestión.

-Nuevos descubrimientos en todos los aspectos (zoológico, botánicos, geológicos, climáticos, humanos, etc.)

-Todo ello influyó grandemente en el desarrollo científico posterior.

Propuesta didáctica:

En este trabajo, dirigido a profesores de EGB y BUP, nos limitaremos a realizar algunas propuestas para desarrollar en el ciclo

superior, que ilustren las posibilidades del uso de este tipo de recursos, con una intención orientadora. Dada la limitación temporal de este taller, nos centraremos únicamente en el viaje de Colón y su entorno, destacando algunos aspectos que la lectura y el uso de este tipo de material pueden ofrecer.

Supongamos que queremos realizar un viaje en un barco de vela y nuestros conocimientos son, aproximadamente, los de finales del siglo XV. Para ello, hemos de estudiar cuidadosamente la situación: dónde estamos, cuánto tiempo navegaremos, cómo sabremos donde nos encontramos en cada momento, qué ruta seguiremos, qué instrumentos tendremos que conseguir, etc.

-La longitud del ecuador, o bien, el tamaño del radio terrestre podemos calcularlo por el método de Eratóstenes. Es también muy ilustrativo analizar y discutir el error cometido por éste al considerar que la ciudad de Siena (actualmente Aswan) está en el mismo meridiano que Alejandría y su latitud es la del Trópico de Cáncer.

-La fabricación de una brújula casera con un corcho, un palillo de dientes y una aguja imantada es muy sencilla. Los textos de Colón hablan de los movimientos extraños de este instrumento cuando navega hacia el Oeste y su lectura nos puede ayudar a introducir todos los problemas intrínsecos a este sencillo aparato, como es el campo magnético terrestre.

-La construcción de un cuadrante sencillo (una regla larga, un semicírculo graduado y un peso suspendido de una cuerda puede bastar) nos permite medir la altura de la estrella Polar o la del Sol al mediodía. La altura de la Polar nos da directamente la latitud del lugar, pero si estudiamos como orientarnos con el Sol, necesitamos tablas de la declinación de este astro. Hay textos de principios del siglo XVI que explican cómo debemos proceder. Esta medida posee la ventaja de introducir de una manera sencilla conceptos como hora solar, eclíptica, trópicos, estaciones, etc.

-Con la brújula y el cuadrante podemos determinar el rumbo y la latitud, pero necesitamos un mapa donde ir situando nuestras observaciones. Los marinos de la época desarrollaron un sistema cartográfico ("Portulanos") para navegar a la estima. El uso de este tipo de cartas viene también descrito y resulta simple. Podemos incluso

apuntar la dificultad de proyectar en una carta plana la esfericidad de la tierra.

-Si navegamos a vela, es importante conocer los vientos y las corrientes marinas dominantes, es decir, el camino náutico a seguir. Aprovechamos esta circunstancia para describir el Anticiclón de Azores y otros fenómenos oceanográficos y climáticos que afectan a esta zona del planeta. Colón parece ser el primer sorprendido al encontrar siempre vientos y corrientes a favor en todo su viaje. La razón por la que este famoso marino cambia las velas triangulares (más indicadas para navegar con vientos en contra) por velas cuadradas en Canarias, ha sido motivo de especulaciones sobre lo que Colón realmente "sabía" antes de emprender su viaje.

-Aunque la longitud no se podía medir en aquella época, sí podemos hacerlo hoy, sin más que transportar en nuestro barco dos relojes. Explicar su uso ilustra sobre cuestiones como husos horarios, meridiano cero, etc.

Como señalamos, hemos fijado nuestra atención únicamente en un aspecto. Otras muchas cuestiones pueden tener cabida en este marco, entre las que citamos:

1. Descubrimientos zoológicos y botánicos. Impresiones y descripciones. Comparación con otros viajes (Humbolt, Darwin...)
2. Explicación de fenómenos geológicos o meteorológicos.
3. La minería y el nacimiento de la química.
4. Los primeros mapas cartográficos y problemas que plantean.
5. El estudio de las lenguas indígenas y los discípulos de Nebrija.
6. Las razas humanas y sus costumbres. Antropología y Etnografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTAS. "La historia de las ciencias y la enseñanza", *Actas del Simposio*. Valencia 18 y 19 de Abril de 1980. I.C.E. Universidad de Valencia.
- ALCINA FRANCH, J. (1988). *El descubrimiento científico de América*. Editorial ANTHROPOS. Ed. del Hombre.
- AMÉRICO VESPUCCI. *Cartas de viaje*. Alianza Editorial. El libro de Bolsillo nº 1215.
- BERNAL DÍAZ DEL CASTILLO. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Espasa Calpe. Colección AUSTRAL. Nº1274.
- CAPEL, H. (1985). *La física sagrada*. Edic. del Serval.
- CARTAS. *Cartas de particulares a Colón y relaciones coetáneas*. Alianza Universidad, Nº398.
- COLÓN, Cristóbal. *Textos y documentos completos*. Alianza Universidad. Nº320
- DE CÁRDENAS, Juan. *Problemas y secretos maravillosos de las Indias*. Alianza Editorial. El libro de Bolsillo, nº 1311.
- DRIVER R., GUESNE E., Y TIBERGHIE A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Madrid. Ed. Morata y M.E.C.
- ELLIOTT, J.H. *El viejo mundo y el nuevo 1492-1650*. Alianza Editorial. El libro de Bolsillo nº 410.
- ETAYO, C. "Naos y carabelas de los descubrimientos en la primera mitad del siglo XV y principios del XVI". *Revista de Historia Contemporánea*. APORTES. Nº7. Temas Hispanoamericanos.
- FRAY TORIBIO DE BENAVENTE. *Historia de los indios de la Nueva España*. Alianza Editorial. El libro de Bolsillo nº 1348.
- FRIEDERICI G. (1986). *El carácter del descubrimiento de América*. Fondo de Cultura Económica. Mexico.
- LÓPEZ PIÑERO J.M. (1979). *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. LABOR UNIVERSITARIA. Ed. Labor. Barcelona.
- OLIVA DE COLL, J. (1986). *Terra Ignota. La geografía de América Latina a través de cronistas de los siglos XVI y XVII*. Edit. Trillas. México.

- PARRY, J. H. *Europa y la expansión del mundo*. Fondo de Cultura Económica. Mexico. N°60, 1975.
- PEREYRA, C. (1986). *La conquista de las rutas oceánicas*. Edit. Porrúa. Mexico.
- PÉREZ DE OLIVA, Fernán (1985). *Cosmografía Nueva*. Public. Universidad de Salamanca.
- PRIETO, C. (1986). "La minería en el Nuevo Mundo". *Revista de Occidente*. Madrid.
- PUIG AGUILAR, R. (1987). *Los tratados de Construcción y Uso de la Azafea de Azarquel*. Instituto Hispano-Árabe de Cultura. Madrid.
- SALAS, A. M. (1986). *Las armas de la conquista de América*. Ed. Plus Ultra. Argentina.
- SARMIENTO DE GAMBOA, Pedro. *Viajes al Estrecho de Magallanes*. Alianza Editorial. El libro de Bolsillo n° 1358.
- VERNET, J. (1975). *Historia de la Ciencia Española*. Instituto de España. Cátedra "Alfonso X El Sabio". Madrid.
- VV.AA. (1986). *Derrota de las naves de Cristóbal Colón en las Islas Canarias en el viaje de descubrimiento*. Comisión de Canarias para la conmemoración del V Centenario del Descubrimiento de América.