







En 1978, científicos rusos descubrieron entre Marte y Júpiter un asteroide de unos 10 kilómetros de diámetro. Fue bautizado con el nombre de "Betankur", el primer objeto de nuestro sistema solar que rinde tributo a un canario: el ingeniero Agustín de Betancourt y Molina (Tenerife, 1758 - San Petersburgo, 1824).

¿Quién fue Agustín de Betancourt?  
¿Por qué es tan importante para los científicos rusos?  
Descubre en este cómic a uno de los creadores de la ingeniería moderna para el que no existieron fronteras intelectuales ni tampoco físicas.

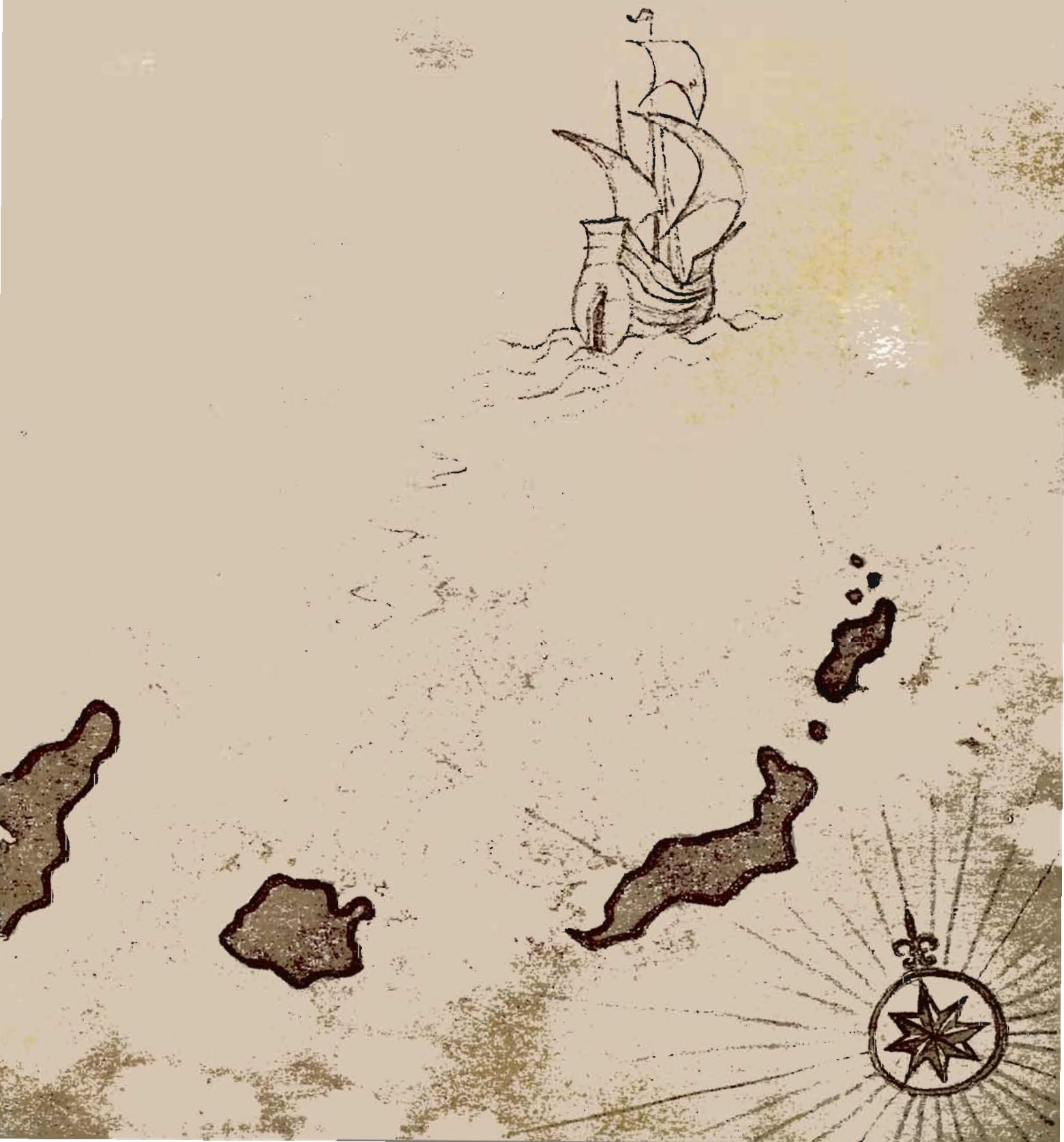






# Agustín de Betancourt

Un ingeniero canario universal





**EDITA:**  
Organismo Autónomo de Museos y Centros  
Excmo. Cabildo Insular de Tenerife

**PRESIDENTE DEL EXCMO. CABILDO INSULAR DE TENERIFE:**  
Ricardo Melchior Navarro

**PRESIDENTE DEL ORGANISMO AUTÓNOMO DE MUSEOS Y CENTROS:**  
Francisco García-Talavera Casañas

**COORDINACIÓN DE EDICIÓN:**  
Carmen del Puerto Varela

**DOCUMENTACIÓN Y GUIÓN:**  
Rubén Náveros Naveiras

**ILUSTRACIONES:**  
Luis Eduardo Fierro

**ANEXOS TÉCNICOS (GABINETE DE MÁQUINAS):**  
Manuel Trujillo León

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN:**  
Miriam Cruz Marrero  
Rubén Náveros Naveiras  
Antonio del Rosario Cedrés  
Producciones Gráficas, S.L.

**PATROCINA:**  
Agencia Canaria de Investigación, Innovación y  
Sociedad de la Información del Gobierno de Canarias  
<http://gobiernodecanarias.org/aciisi/>

**IMPRESIÓN:**  
Producciones Gráficas, S.L.

ISBN-13: 978-84-88594-70-9

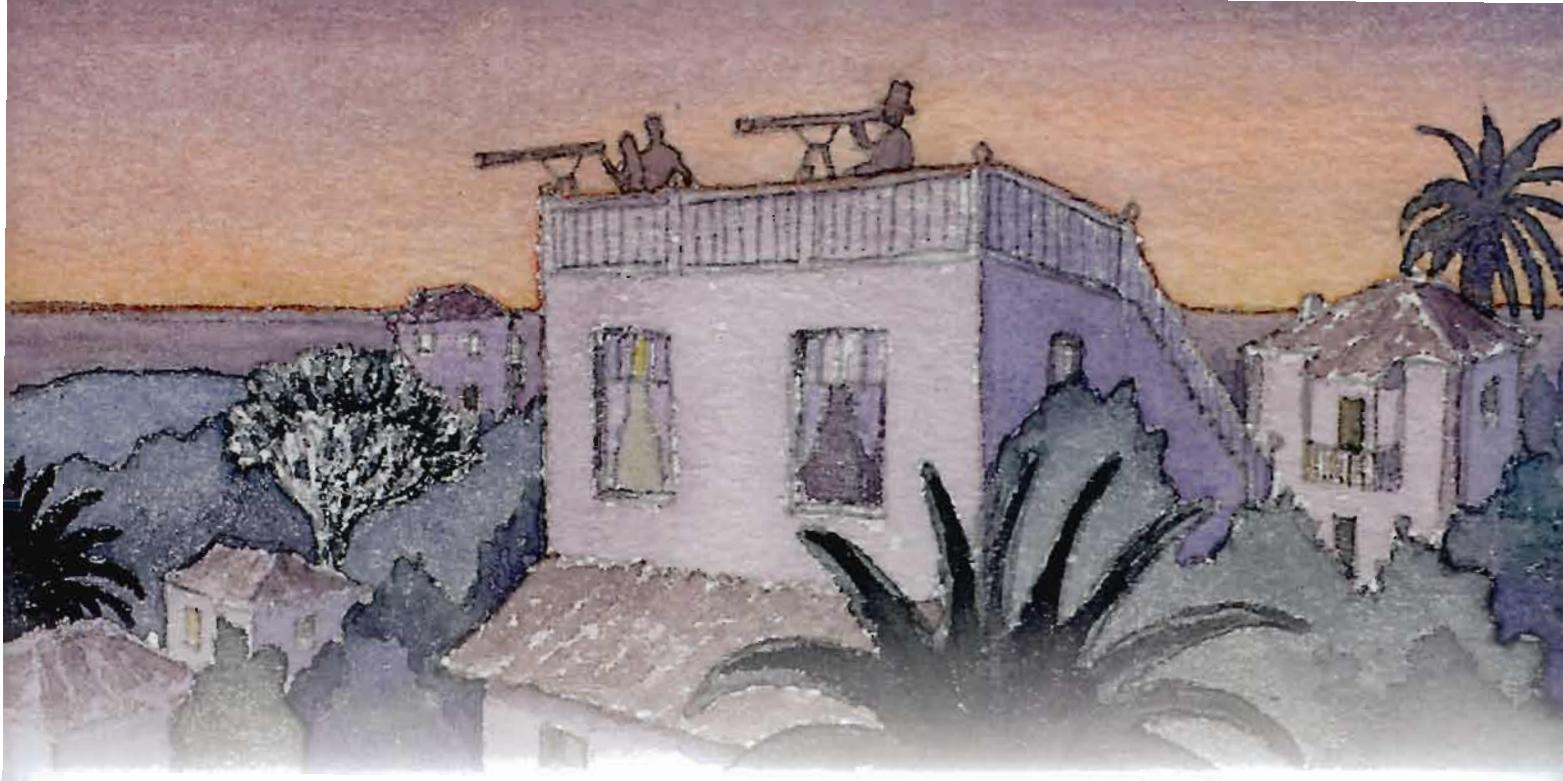
ISBN-10: 84-88594-70-4

Depósito Legal: TF-389/2011

© Organismo Autónomo de Museos y Centros

[www.museosdetenerife.org](http://www.museosdetenerife.org)

Editado marzo de 2011



## PRÓLOGO

Con el 250 aniversario del nacimiento de Agustín de Betancourt y Molina (Tenerife, 1758 - San Petersburgo, 1824), el Museo de la Ciencia y el Cosmos, del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, organizó toda una serie de actividades con el fin de recordar la figura del ingeniero canario para el que no existieron fronteras, ni geográficas ni científicas.

Se programaron conferencias, se proyectaron audiovisuales y se reprodujeron algunos de sus principales logros: la elevación de un globo tripulado de aire caliente (por algo Betancourt fue el primero que realizó esta hazaña en nuestro país) y la construcción e instalación de dos réplicas de su famoso telégrafo óptico, quizás las únicas a escala real que existan en funcionamiento en el mundo. Se puede acceder a estos telégrafos en la terraza del museo, ahora rebautizada como "Plaza Agustín de Betancourt" donde el propio Betancourt nos da la bienvenida y nos expresa algunos de sus pensamientos.

El Museo de la Ciencia y el Cosmos está empeñado en que el legado de Agustín de Betancourt no se olvide, siendo este cómic otra de sus propuestas.

Dirigido a los más jóvenes resume, con las licencias creativas necesarias, la vida y principales obras de Agustín de Betancourt, sin olvidar el momento histórico que sufre el mundo en esos años y Canarias en particular: Revolución Francesa, Primera Revolución Industrial, Guerra de la Independencia Española, ataque de Nelson a Santa Cruz de Tenerife... Para ello, tratando de ser lo más fieles posible a su historia, gran parte de los textos que ponemos en boca de Agustín de Betancourt han sido extraídos de las cartas que escribió a su familia.

Nuestro agradecimiento a todos cuantos han contribuido a documentar el contenido de nuestro cómic.

LA HISTORIA DE NUESTRO PERSONAJE COMIENZA EN CANARIAS A MITAD DEL SIGLO XVIII. EN EL ARCHIPIELAGO, TRAS DÉCADAS DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, SE HABÍA IMPUESTO EL CULTIVO DE LA VID, QUE HABÍA SIDO INTRODUCIDO DOS SIGLOS ANTES EN EL NORTE DE TENERIFE Y EN LA PALMA. DESDE ESTAS ISLAS SE EXPORTABA SU PRODUCCIÓN A BUENA PARTE DE EUROPA, PRINCIPALMENTE A INGLATERRA.

## CAPÍTULO I: En un lugar de Canarias...

LA FAMA DE LOS VINOS DE MALLORCA CANARIOS, RECONOCIDA POR SHAKESPEARE, HIZO QUE LAS RELACIONES COMERCIALES ENTRE CANARIAS E INGLATERRA SE ESTRECHARAN, PERO ESTAS RELACIONES NO SIEMPRE FUERON FÁCILES...

CANARIAS ERA BLANCO CONTINUO DE ATAQUES DE PIRATAS HOLANDESES, BERBERISCOS, FRANCESES Y, SOBRE TODO, INGLESES. EN MUCHAS OCASIONES, ESTOS PIRATAS ESTABAN A SUELDO DE LAS NACIONES ENEMIGAS DE ESPAÑA. LOS ATAQUES PERJUDICABAN LAS RELACIONES COMERCIALES Y PARALIZABAN CONSTANTEMENTE LAS EXPORTACIONES DE VINO A INGLATERRA.

DURANTE ESTOS CONFLICTOS SE REANUDARON EL CULTIVO DE ORCHILLA, PARA LA FABRICACIÓN DE TINTES, Y EL DE BARRILLA, PARA JABONES.

EN ESTE CONTEXTO NACIÓ, EL 1 DE FEBRERO DE 1758, EN EL PUERTO DE LA CRUZ, AGUSTÍN DE BETANCOURT Y MOLINA.

AMA, ¿QUÉ HA SIDO? UN NIÑO O NIÑA?

SEÑORA, HA TENIDO USTED UN INGENIERO!



JE SUIS, TU ES, IL EST, ELLE EST, NOUS SOMMES, VOUS ÊTES, ILS SONT, ELLES SONT.

AGUSTÍN, ÍMAMÁ VA A VENIR Y AÚN NO TE SABES LOS VERBOS!

¿TE HAS FIJADO, MARÍA, CÓMO TRAEN LAS PIEDRAS PARA LA IGLESIA DE LA CONCEPCIÓN DESDE LAS CANTERAS DE LA RAMBLA, Y LO PESADO QUE ES SUBIRLAS?



¡OUI!  
Y SI LA IGLESIA FUERE  
MÁS ALTA, ¿CÓMO  
PODRÍAN SUBIRSE LAS  
PIEDRAS HASTA ARRIBA  
CON FACILIDAD?

¡AGUSTÍN!

¡VA ESTÁS  
DE NUEVO  
CON TUS  
INVENTOS!



EL JOVEN AGUSTÍN MOSTRABA YA UNA GRAN VOCACIÓN HACIA LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y UN GRAN PODER DE INVENTIVA PARA ASOMBRO DE CUANTOS LE RODEABAN.

LAS TERTULIAS DE NAVA, EN LA CIUDAD DE LA LAGUNA, CONCENTRABAN LA ACTIVIDAD INTELECTUAL EN TENERIFE, COMO SUCEDÍA EN FRANCIA. AGUSTÍN DE BETANCOURT SOLÍA ASISTIR CON SU HERMANO JOSÉ Y SU PADRE. ALLÍ CONOCIÓ, ENTRE OTROS, A JOSÉ DE VIERA Y CLAVIJO.



EL 3 DE JUNIO  
DE 1769, CON 11 AÑOS,  
AGUSTÍN PRESENCIO, EN  
COMPÀÑIA DE VIERA Y CLAVIJO, EL  
PASO DE VENUS POR DELANTE DEL DISCO  
SOLAR ANUNCIADO POR HALLEY EN 1716.



EL 14 DE NOVIEMBRE DE 1776, JUNTO A SU HERMANO JOSÉ Y SU PADRE, VISITÓ LA CUEVA DE SAN MARCOS EN ICOD. REDACTÓ UN INFORME DESCRIPTIVO LLENO DE OBSERVACIONES. AGUSTÍN TENÍA 15 AÑOS.

EN 1778, JUNTO CON SU HERMANA MARÍA DEL CARMEN, PRESENTÓ SU PRIMERA MÁQUINA. MARÍA DEL CARMEN BETANCOURT FUE UNA ADELANTADA A SU TIEMPO.

ESCRIBIÓ LAS PRIMERAS MEMORIAS CIENTÍFICAS FIRMADAS POR UNA MUJER EN CANARIAS.

DEBE ESTAR ORGULLOSO DE SUS HIJOS, ÍESTE TELAR ES IMPRESIONANTE!

GRACIAS, D. MATÍAS\*. TANTO JOSÉ COMO AGUSTÍN Y MARÍA DEMUESTRAN UN GRAN INGENIO.



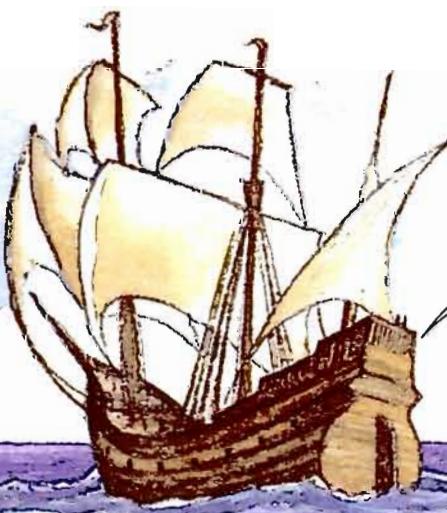
QUERIDO AMIGO, EN ESTOS AÑOS NO HE DEJADO DE ADMIRAR LA EXTRAORDINARIA INTELIGENCIA Y HABILIDAD DEL JOVEN AGUSTÍN...

SÍ, SOY CONSCIENTE Y DESEARÍA QUE COMPLETARA SU FORMACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA, PERO CUANDO NUESTRA ECONOMÍA LO PERMITA.

HE ESCRITO A MI HERMANO JOSÉ, MINISTRO DE INDIAS Y PERSONA INFLUYENTE EN LA CORTE, PARA QUE AGUSTÍN VIAJE CON UNA BECA A MADRID. ÍES UNA GRAN OPORTUNIDAD!



EL 19 DE OCTUBRE DE 1778, CON 30 AÑOS, AGUSTÍN PARTIÓ RUMBO A LA PENÍNSULA...



¿YA AÑORAS LAS ISLAS, AGUSTÍN? TRANQUILO, PRONTO VOLVERÁS.

ÍESO DESEO, AMIGO, ESO DESEO!

...NUNCA VOLVERÍA A CANARIAS.

## CAPÍTULO II: Betancourt en la Corte de Carlos III

ALEJADO DE SU TIERRA, AGUSTÍN DE BETANCOURT MANTUVO CORRESPONDENCIA CON SU FAMILIA DE FORMA REGULAR.

Madrid. 16 de agosto de 1780

Mi Padre y Sr. de todo mi afecto: el mes pasado escribí a vuestra merced y demás de casa desde Cádiz, pero ahora voy a enviar esta por La Coruña, por si acaso hubiere algún correo para esa isla.

En el colegio de San Isidro sigo estudiando álgebra, geometría, cálculo y física. Además, por la noche, estudio en la Academia de Bellas Artes.

Los gastos aquí son muchos y debo algunos reales.

Tengo mucha falta de algunas cosas de ropa y a fin de año me será preciso hacerme

un uniforme. Sé muy bien que estas guerras habrán mortificado a vuestra merced.



Madrid. 20 de agosto de 1781

...mi mayor ocupación es el estudio de la lengua francesa, mientras tanto me voy ejercitando en hablar francés para lo cual me ha servido bastante lo que madre me enseñó.

Dios quiera que se acaben estas guerras para que podamos ver nuevas tierras e ir a otras cortes a perfeccionarme. He sido llamado por D. José Moñino, Conde de Floridablanca, primer secretario de estado, hombre fuerte de la corona, jurista, fino político y gran diplomático...

CUANDO AGUSTÍN LLEGÓ A MADRID, EN ESPAÑA REINABA CARLOS III DE BORBÓN. BAJO SU MANDATO, ABSOLUTO PERO ILUSTRADO, Y CON LA AYUDA DE MINISTROS Y COLABORADORES COMO EL CONDE DE FLORIDABLANCA, SE MODERNIZARÍA EL PAÍS Y SE REALIZARÍAN IMPORTANTES CAMBIOS EN OBRAS PÚBLICAS, AGRICULTURA, ECONOMÍA Y EDUCACIÓN.

A NIVEL INTERNACIONAL, ESPAÑA ENTRÓ EN GUERRA CON INGLATERRA EN LA LLAMADA "GUERRA DE LOS Siete AÑOS" Y, JUNTO A FRANCIA, PARTICIPÓ EN LA GUERRA DE LA INDEPENDENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS.



SR. CONDE, EL SR. BETANCOURT HA LLEGADO.

YA TENÍA GANAS DE CONOCER AL HOMBRE DE TANTAS LUCES PARA LA CIENCIA Y DEL QUE TAN BIEN HE OÍDO HABLAR. AUNQUE, AL PARECER, NO DUDA A LA HORA DE CRITICAR A NOBLES Y CORTESANOS.



EN LA CORTE SOBRAN ADULADORES QUE SÓLO BUSCAN PENSIONES Y CARGOS. A MI ENTENDER, SON LOS RESPONSABLES DEL RETRASO QUE SUFRIMOS.

¡JA, JA, JA! YA VEO QUE NO TIENE PELOS EN LA LENGUA.

LE HE LLAMADO PORQUE TENGO LA INTENCIÓN DE MODERNIZAR EL PAÍS MIENTRAS TENGA EL BENEPLÁCITO DEL REY, Y QUIERO CONTAR CON USTED.

SR. BETANCOURT, CREO QUE USTED TIENE MÁS FUTURO EN CIENCIA, DONDE LO CORRECTO ES LA ÚNICA OPCIÓN VÁLIDA.

¡VAYA! YO CREÍA QUE SÓLO LOS ADULADORES TENÍAN PARTIDO EN LA CORTE; PERO CREO QUE VALE MÁS HABLAR CLARO Y OBRAR BIEN.



¿CONOCE LAS MINAS DE  
ALMADÉN EN CIUDAD REAL?

SÍ, DE ALLÍ PROVIENE EL TAN VALIOSO  
MERCURIO QUE NECESITAN NUESTRAS  
COLONIAS DE AMÉRICA PARA LA  
OBTENCIÓN DEL ORO Y LA PLATA.

NECESITO CONOCER CON PRECISIÓN SU  
ESTADO, LA SITUACIÓN SANITARIA DE LOS  
HOMBRES QUE EN ELLA TRABAJAN Y CÓMO  
SE PUEDEN MEJORAR LOS PROCESOS.

ME PONDRE A ELLO DE  
INMEDIATO.

TRATARÉ DE DESCUBRIR  
LOS FALLOS Y DE  
APORTAR MEJORAS.

INTENTE QUE NO SEAN DEMASIADOS DEFECTOS.  
¿NO QUERRÁ QUE AUMENTE SU FAMA COMO  
CRÍTICO MÁS QUE LA DE INGENIERO?

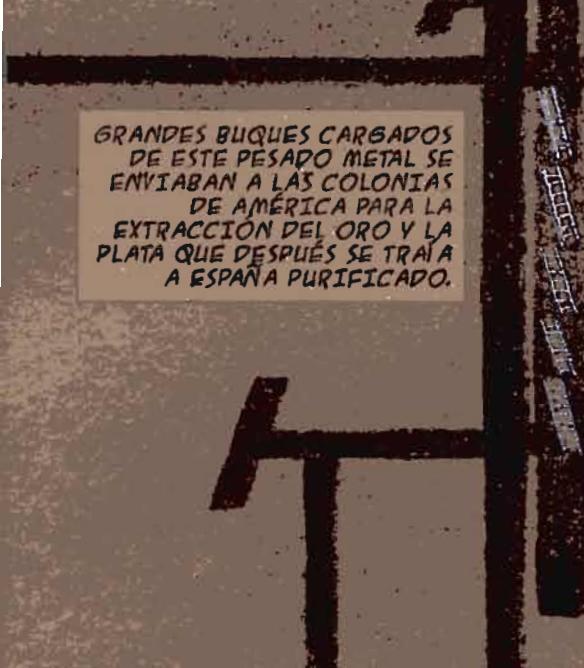
AÚN NO LO SÉ. LA CALIDAD  
DE SU TRABAJO Y SU  
CAPACIDAD DE OBSERVACIÓN  
NOS LO DIRÁN.

¿CREEN QUE ES  
LA PERSONA QUE  
NECESITAMOS PARA  
DESCUBRIR LAS  
MÁQUINAS DE LAS QUE  
TANTO SE HABLA?

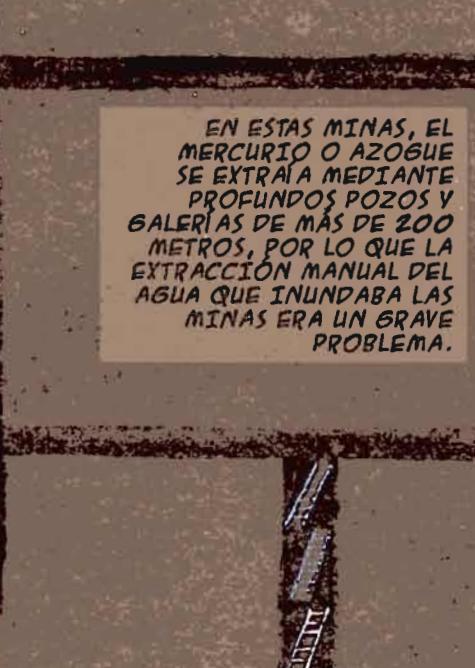
LAS MINAS DE ALMADÉN, CONOCIDAS Y EXPLOTADAS DESDE LA ÉPOCA DEL IMPERIO ROMANO, ERAN LA PRINCIPAL FUENTE DE MERCURIO DE EUROPA.



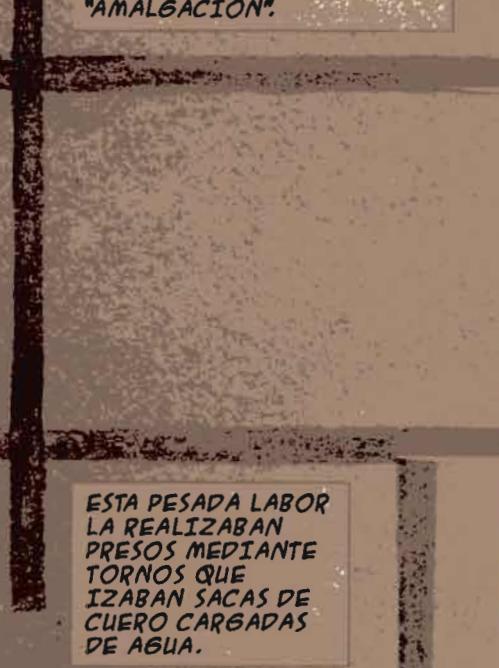
EL MERCURIO SE UTILIZABA PARA SEPARAR METALES VALIOSOS DE LAS IMPUREZAS DE LA ROCA MEDIANTE UN PROCESO LLAMADO "AMALGACIÓN".



GRANDES BUQUES CARGADOS DE ESTE PESADO METAL SE ENVIABAN A LAS COLONIAS DE AMÉRICA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ORO Y LA PLATA QUE DESPUES SE TRAIA A ESPAÑA PURIFICADO.



EN ESTAS MINAS, EL MERCURIO O AZOGUE SE EXTRAÍA A MEDIANTE PROFUNDOS POZOS Y GALERÍAS DE MÁS DE 200 METROS, POR LO QUE LA EXTRACCIÓN MANUAL DEL AGUA QUE INUNDABA LAS MINAS ERA UN GRAVE PROBLEMA.



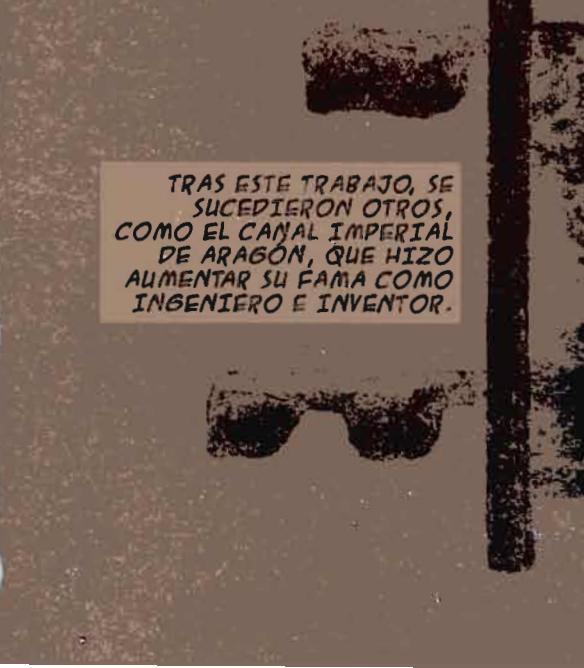
ESTA PESADA LABOR LA REALIZABAN PRESOS MEDIANTE TORNOS QUE IZABAN SACAS DE CUERO CARGADAS DE AGUA.



BETANCOURT SÓLO TENÍA QUE HACER UN INFORME SOBRE LA SITUACIÓN, PERO PLASMO EN TRES MEMORIAS DIVERSAS MEJORAS PARA RESOLVER PROBLEMAS, COMO LA REFRIGERACIÓN DE LOS POZOS, EL ACHIQUE DEL AGUA Y EL TRANSPORTE DEL MERCURIO.



LOS VAPORES DE MERCURIO, POR SU TOXICIDAD, ENVENENABAN A LOS MINEROS.



TRAS ESTE TRABAJO, SE SUCEDIERON OTROS, COMO EL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN, QUE HIZO AUMENTAR SU FAMA COMO INGENIERO E INVENTOR.

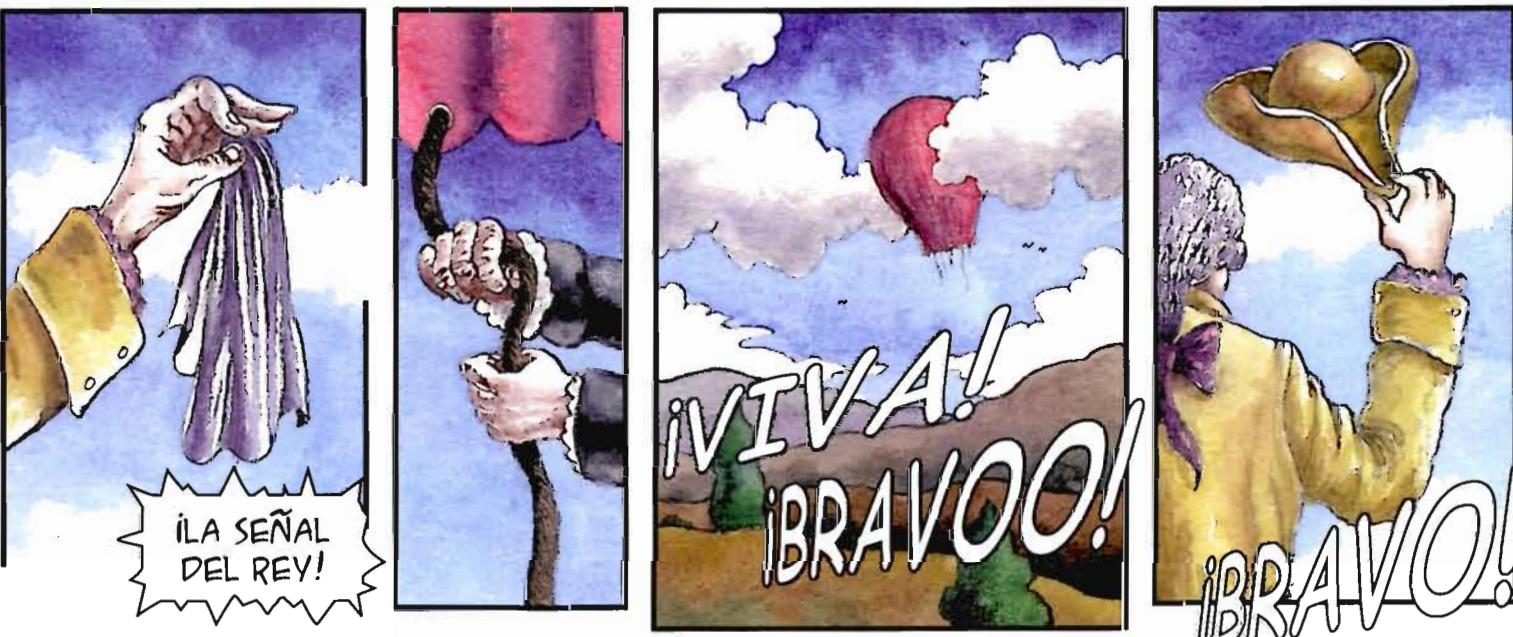
MEDIANTE EL TRATADO DE VERSALLES DE 1783, INGLATERRA, FRANCIA Y ESPAÑA HABÍAN FIRMADO LA PAZ. INGLATERRA RECONOCÍA LA INDEPENDENCIA DE ESTADOS UNIDOS, QUE SE CONVERTÍA ASÍ EN EL PRIMER ESTADO DEMOCRÁTICO.

EL 4 DE JUNIO DE 1783, LOS HERMANOS MONGOLTFIER ELEVARON EN FRANCIA EL PRIMER GLOBO AEROSTÁTICO DE AIRE CALIENTE. ¡EL SUEÑO DE VOLAR ERA POSIBLE!



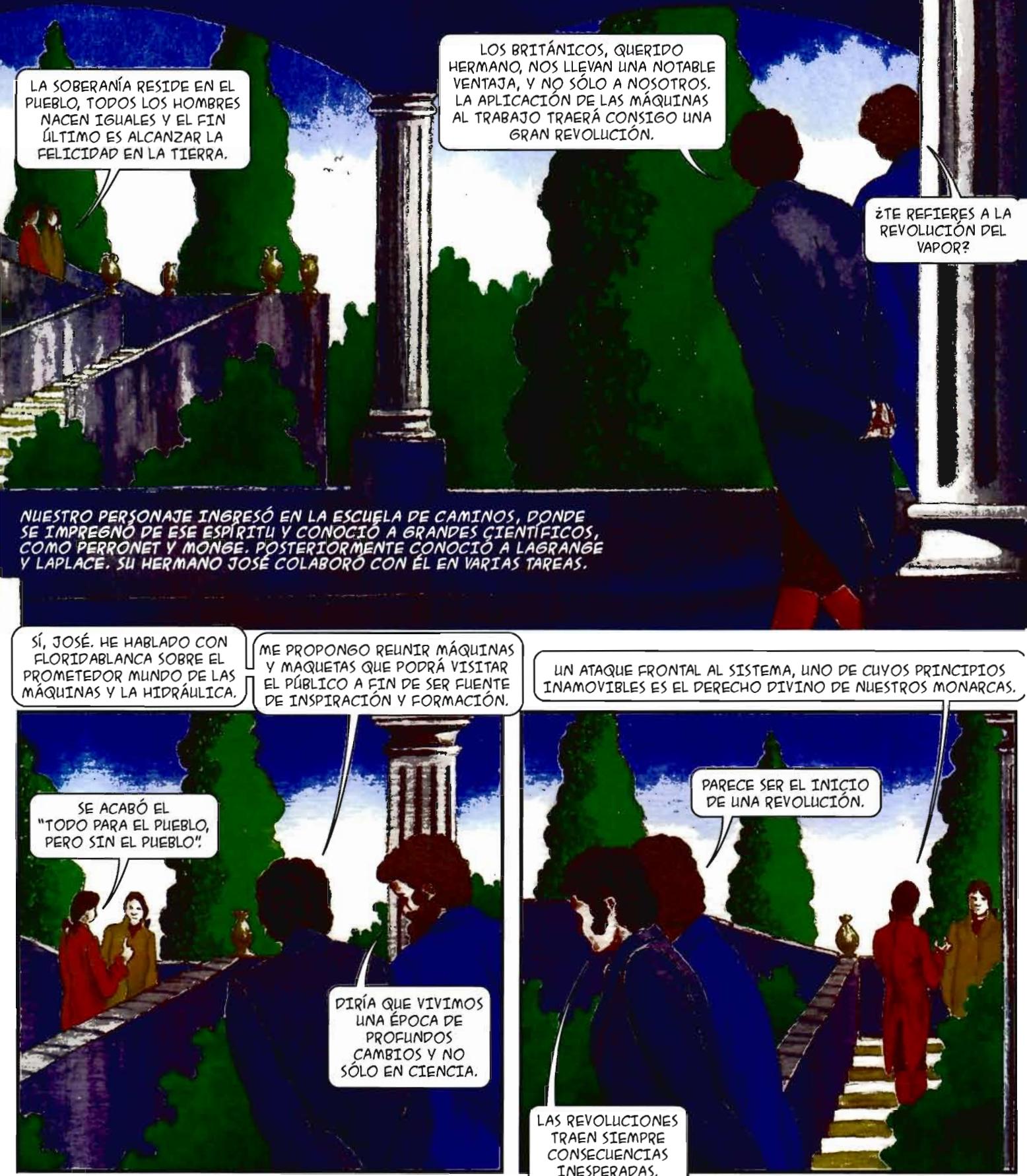
EN ESPAÑA SE DESATÓ UNA CARRERA POR SER EL PRIMERO EN CONSEGUIR ESTE MÉRITO. EL 29 DE NOVIEMBRE DE 1783 LO LOGRÓ AGUSTÍN DE BETANCOURT, ADELANTÁNDOSE A OTROS CIENTÍFICOS ESPAÑOLES DE LA ÉPOCA.





## CAPÍTULO III: *Betancourt y la Ilustración*

EN 1784 Y POR ENCARGO DE FLORIDABLANCA, AGUSTÍN DE BETANCOURT VIAJÓ A FRANCIA, DONDE ENTRÓ EN CONTACTO CON LA ILUSTRACIÓN, UN COMPLEJO MOVIMIENTO INTELECTUAL QUE SE DIO SOBRE TODO EN PARÍS Y QUE SE BASABA EN TRES PRINCIPIOS: LA RAZÓN Y LA CIENCIA, EL CULTO A LA NATURALEZA Y SUS LEYES Y LA PREOCUPACIÓN SOCIAL.



LA SOCIEDAD FRANCESA ESTABA DIVIDIDA EN ESTAMENTOS. LA NOBLEZA Y EL CLERO GOZABAN DE TODOS LOS PRIVILEGIOS Y MANTENÍAN RELACIONES FEUDALES QUE LES PERMITÍAN COBRAR TODO TIPO DE IMPUESTOS. EL LLAMADO "TERCER ESTADO" LO COMPONÍAN CAMPESINOS, ARTESANOS, BURGUESES, EMPRESARIOS E ILUSTRADOS.

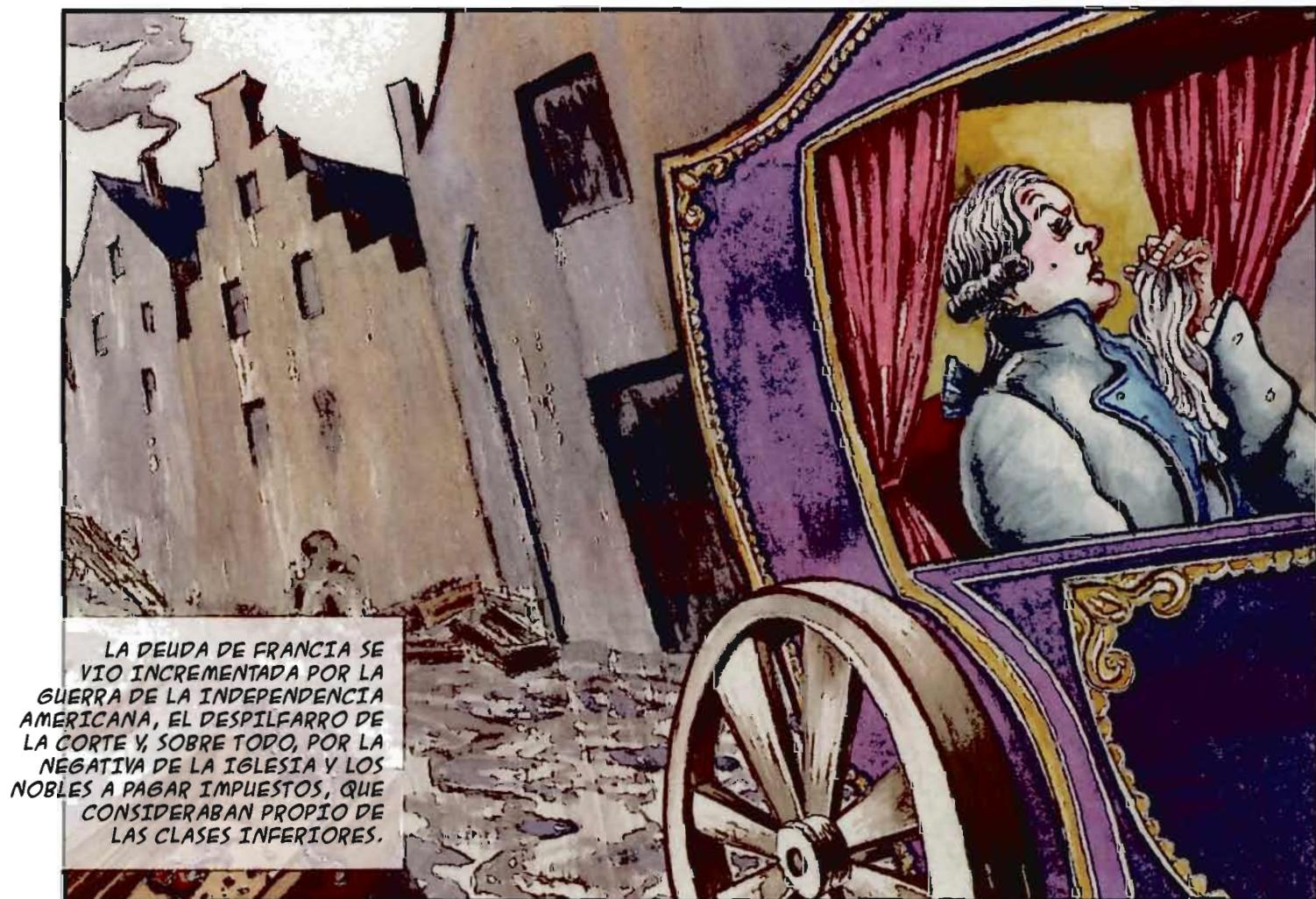


TRAS LA GUERRA DE LOS SIETE AÑOS (1756-1763) ENTRE FRANCIA, SAJONIA, RUSIA, SUECIA, AUSTRIA Y ESPAÑA CONTRA INGLATERRA, PRUSIA Y PORTUGAL, INGLATERRA OBTUVO LA MAYOR PARTE DE LAS COLONIAS FRANCESAS DE AMÉRICA CONVIRTIÉNDOSE EN SUPERPOTENCIA.

SIN EMBARGO, EL PROBLEMA MÁS GRAVE PARA FRANCIA ERA EL ABASTECIMIENTO DE UNA POBLACIÓN QUE HABÍA CRECIDO MÁS RÁPIDO QUE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES.



EN EL VERANO DE 1788, LA COSECHA FUE ESPECIALMENTE MALA, SEGUIDA DE UN INVIERNO MUY RIGUROSO. EL PARO SE EXTENDIÓ Y, EN LAS PROVINCIAS, LOS CAMPESINOS HAMBRIENTOS ASALTABAN LOS COLMADOS GRANEROS DE LOS NOBLES EXIGIENDO SU VENTA A UN PRECIO "HONRADO".



TRAS DIVERSAS REFORMAS FALLIDAS, EL REY LUIS XVI NO TUVO MÁS REMEDIO QUE CONVOCAR "LOS ESTADOS GENERALES", UNA ASAMBLEA EN LA QUE ESTABAN REPRESENTADOS LOS TRES ESTAMENTOS. LA MONARQUÍA YA NO ES ABSOLUTA.

## CAPÍTULO IV: Betancourt y la "máquina de fuego"

EN 1789, LONDRES, CON UN MILLÓN DE HABITANTES, ERA LA CIUDAD MÁS POBLADA DE EUROPA. AGUSTÍN DE BETANCOURT VIAJÓ A INGLATERRA PARA CONOCER LA LLAMADA "MÁQUINA DE FUEGO" Y OTROS MODELOS PARA EL FUTURO REAL GABINETE DE MÁQUINAS DE MADRID. ALLÍ, SU PRIMO JOSÉ DE LUGO Y VIÑA\* LE HIZO DE INTÉPRETE.

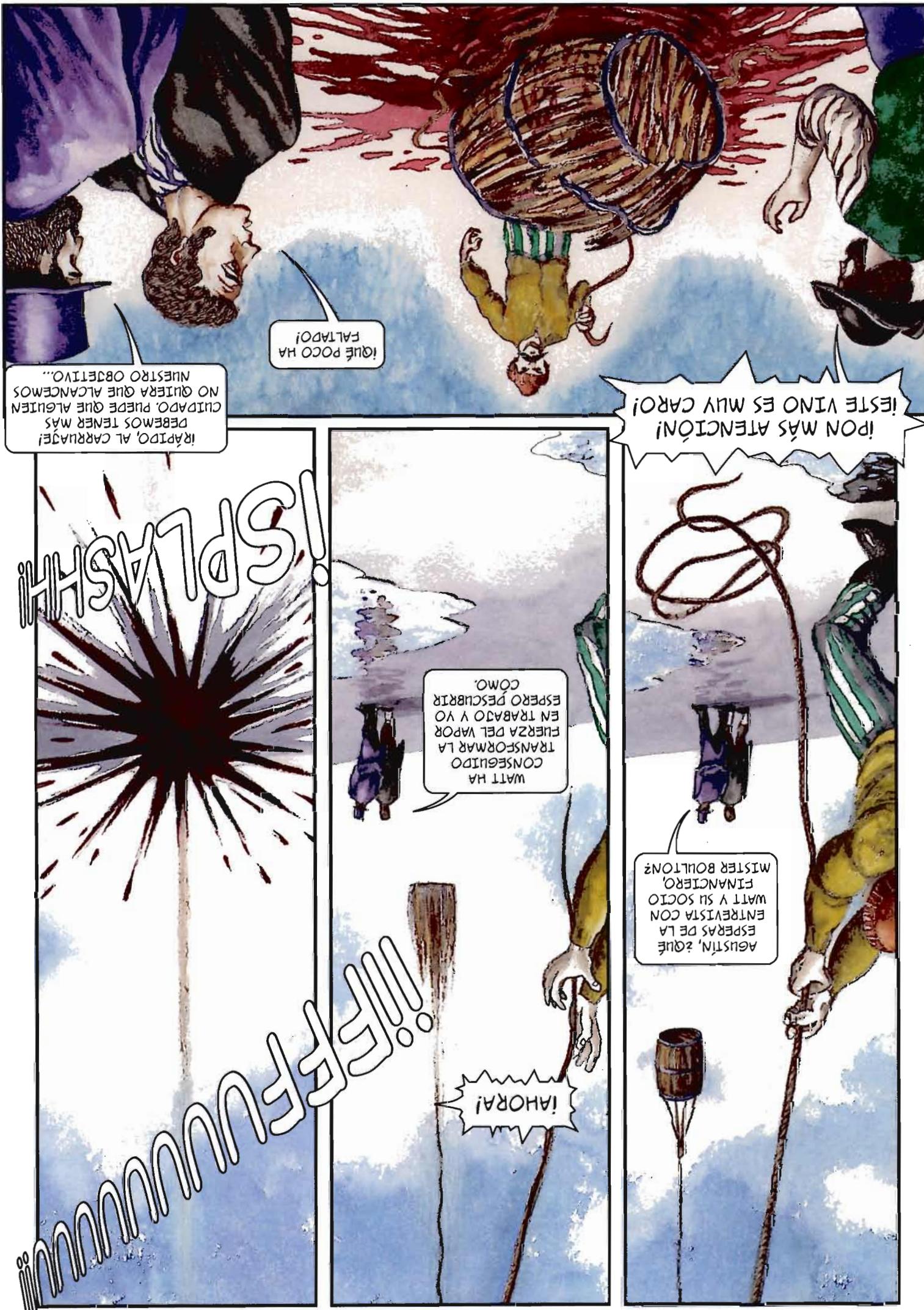
¡MIRA, JOSÉ! AQUÍ EXISTEN BARRIOS ENTEROS DONDE PROLIFERAN TALLERES Y FÁBRICAS METALÚRGICAS.

¡ESTA CIUDAD ES UN INMENSO LABORATORIO INDUSTRIAL!

LEJOS ESTAMOS DE PODER COMPETIR CON INGLATERRA SI EN ESPAÑA NO SE PRODUCE UN CAMBIO.

RECUERDA QUE DEBEMOS SER DISCRETOS SOBRE EL OBJETIVO DE ESTE VIAJE.

SI NUESTROS PAÍSANOS DE TENERIFE VIERAN EL LUGAR AL QUE ENVÍAN LOS MEJORES MALVASÍAS DE LAS ISLAS, ESTARIAN MÁS ORGULLOSOS DE SU TRABAJO.



¡BUEN TRABAJO! ESOS  
ESPAÑOLES NO SABEN DÓNDE SE  
ESTÁN METIENDO. ¡JA, JA, JA!

¿...?

AGUSTÍN, ESA MÁQUINA  
DE LA QUE HABLAS, ¿NO ES  
SIMILAR A LA QUE TÚ HAS  
DISEÑADO?

SÍ, PERO EN LA MÍA EL PROCESO ES  
LENTO. EL VAPOR DEBE ENFRIARSE  
ANTES DE CADA NUEVO IMPULSO. LA  
MEJORA DE WATT PARECE CONSISTIR  
EN CONSEGUIR QUE EL MOVIMIENTO  
SEA... IDE FORMA CONTINUA!



NO ME IMAGINO PARA  
QUÉ SIRVE ESO.

¿REALIZAR EL TRABAJO DE  
MÁS DE 300 HOMBRES?

PARA ELEVAR CARGAS,  
TRANSFORMAR METALES,  
TRANSPORTAR MERCANCIAS  
Y PERSONAS... ¡ES EL  
PROGRESO!

MIENTRAS, EN CASA DE MISTER BOULTON...

RECUERDA, WATT,  
QUE NO DEBEMOS  
DEJAR QUE LOS  
EXTRANJEROS VEAN  
NUESTRAS MÁQUINAS  
DE VAPOR.

MISTER BOULTON,  
YO SOY HOMBRE DE  
CIENCIA IGUAL QUE  
MISTER BETANCOURT.

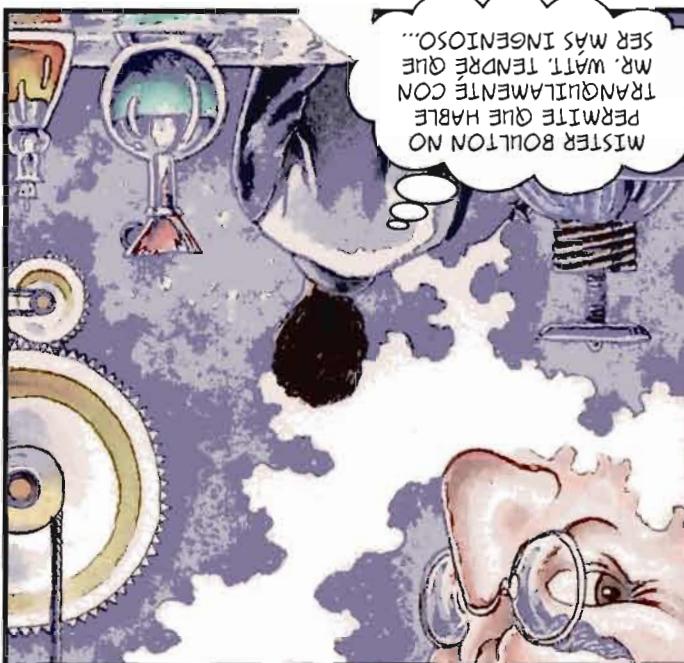
Y VO DE NEGOCIOS, Y A LA HORA DE  
VENDER NUESTRAS MÁQUINAS, NUESTRA  
VENTAJA ES MUY LUCRATIVA.

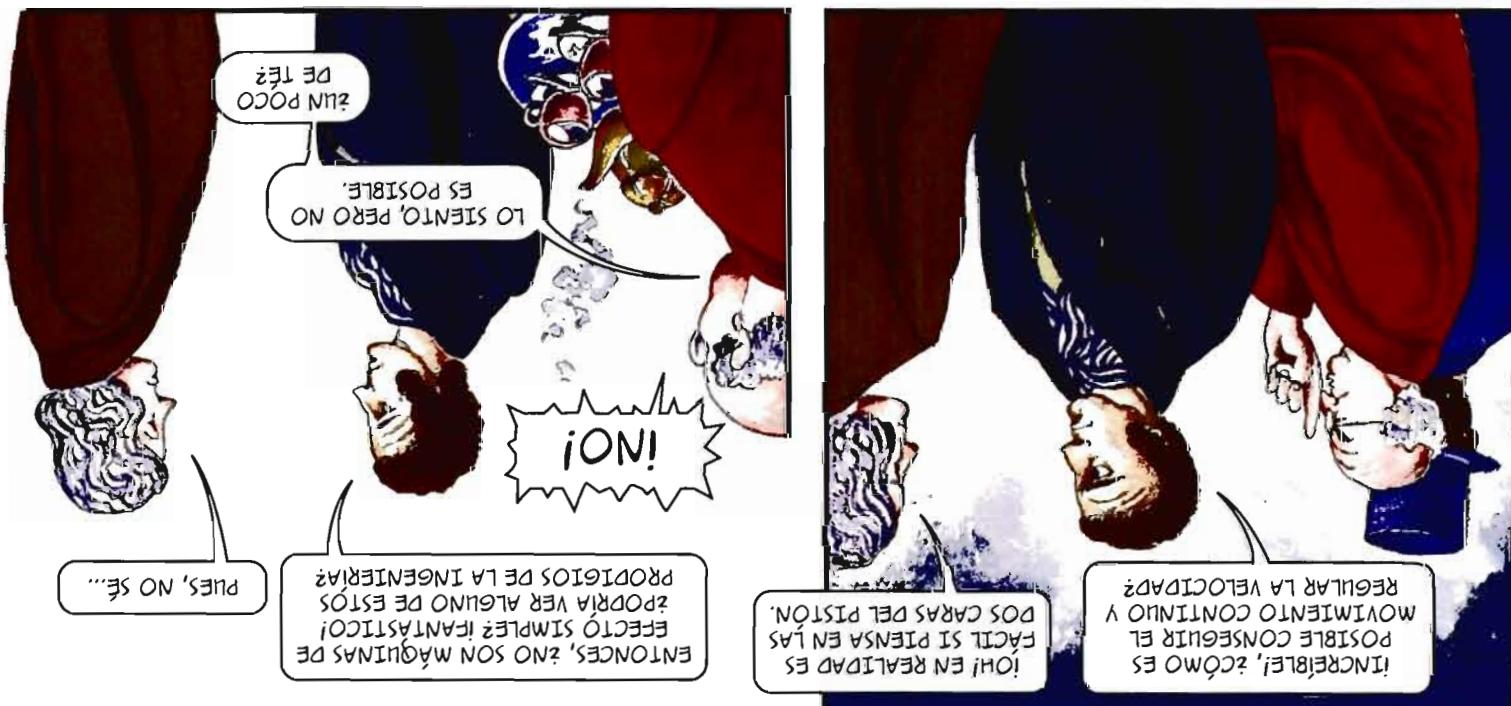
¿NO LE  
PARECE?

YO PIENSO MÁS EN  
LAS VENTAJAS PARA  
INGLATERRA.

BIEN, BIEN, PERO A LAS  
PREGUNTAS DE MISTER  
BETANCOURT NO DÉ RESPUESTAS  
DETALLADAS SOBRE EL  
FUNCIONAMIENTO DE LAS  
MÁQUINAS.

ISÓLO  
GENERALIDADES!





A SU REGERESO A FRANCIA, BETANCOURT CONSTRUYÓ LA PRIMERA MAQUINA DE VAPOR EN EL CONTINENTE, ANTES DE DESCUBRIR EL DOBLE Efecto EN EL ESPAÑA INDUSTRIAL. PARA OTROS, SU INTELIGENCIA FUE LA LÍNEA DE AVULSA QUE LE LLEVÓ A TRABAJAR COMO ALGUNOS, BETANCOURT SERÁ RECORRER COMO ALGUNA DE VAPOR DEL INVENTOR INGLES LA QUE INICIÓ LA LLAMADA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.

IRÁPIDO, PAPEL Y PLUMA!  
MI CABEZA HIERVE Y  
LAS IDEAS SE ESCAPAN  
COMO ESSE VAPOR. DEBO  
APUNTRALO TODO. LO  
TENGO! LO TENGO!

...ES UN DOBLE  
Efecto!

LA MISMA VELOCIDAD  
DEL EMBOLO EN SU  
DOBLE RECORRIDO  
ASCENDENTE Y  
DESCENDENTE DEL  
A TRAVES DEL  
CLINERO...

ES INCREDIBLE! TANTO  
MOVIMIENTO, EN LA MAQUINA  
SECRETA, EN  
LA TENEMOS, EN  
DE VAPOR DE WATT!

PERO, SI APENAS  
PUDE VERSE...  
ESTÁ LEJOS V  
SEMIÓCULAS.

NO LA VES? ALLÍ,  
PARCIALMENTE OCULTA  
ENTRE LAS VENTANAS DE ESA  
FABRICA DE HARINA!

¿QUE OCURRE, AGUSTIN? ALLÍ  
ESTAMOS EN EL PUNTO DE

IPARE, PARE EL  
CARRUAJE!



## CAPÍTULO V: *Betancourt en la Revolución*

1789

MIENTRAS SE PRODUCÍA LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL EN INGLATERRA, OTRA REVOLUCIÓN ACABABA DE ESTALLAR...

LA SITUACIÓN EN FRANCIA SE HIZO INSOSTENIBLE: A LA GRAVE ESCASEZ DE ALIMENTOS SE SUMÓ UNA SUBIDA DE PRECIOS GENERALIZADA. EL REY DE FRANCIA, LUIS XVI, ACERCÓ LAS TROPAS A PARÍS PARA CONTENER AL PUEBLO. CORRIÓ EL RUMOR DE QUE DESDE LA PRISIÓN-FORTALEZA DE LA BASTILLA IBAN A DISPARAR LOS CAÑONES Y EL PUEBLO SE REBELÓ.



EL 14 DE JULIO SE 1789 SE PRODUJO LA TOMA DE LA BASTILLA. FUE EL PRINCIPIO DE LA REVOLUCIÓN FRANCESA.

LOS MOTINES SE SUCEDIERON POR TODA FRANCIA. SE SUPRIMIERON LOS PRIVILEGIOS FEUDALES. LA DECLARACIÓN DE LOS DERECHOS DEL HOMBRE Y DEL CIUDADANO, APROBADA ENTONCES, RECONOCÍÓ DERECHOS COMO LIBERTAD, PROPIEDAD Y RESISTENCIA A LA OPRESIÓN.

EN 1792, EL PUEBLO ASALTÓ EL PALACIO Y SE FORMÓ LA COMUNA. EL REY LUIS XVI FUE DESCUBIERTO CUANDO INTENTABA SALIR DISFRASADO DE LA CAPITAL FRANCESA: SE VOTÓ SU DESTITUCIÓN Y PRISIÓN. SE PROCLAMÓ LA REPÚBLICA.

EL RESTO DE LAS MONARQUÍAS DE EUROPA ESTRECHÓ EL CÍRCULO MILITAR SOBRE FRANCIA SIN ÉXITO. EL 21 DE ENERO DE 1793, LUIS XVI MORÍA DECAPITADO EN LA GUILLOTINA ACUSADO DE CONSPIRAR CONTRA LA REVOLUCIÓN.

EN ESPAÑA, PARA EVITAR SIMPATÍAS CON LA REVOLUCIÓN FRANCESA, EL MINISTRO FLORIDABLANCA PROMULGÓ LEYES QUE IMPEDÍAN LA ENTRADA DE NOTICIAS REVOLUCIONARIAS. SE FOMENTÓ EL ODIO AL PAÍS VECINO, QUE CALÓ EN UN PUEBLO ANALFABETO. ESPAÑA SE AISLÓ DE CUALQUIER INFLUJO REVOLUCIONARIO. AGUSTÍN DE BETANCOURT FUE OBLIGADO A REGRESAR A ESPAÑA.



EL REY CARLOS IV, TEMIENDO UN DESTINO SIMILAR AL DEL REY FRANCÉS Y PERDIDA LA CONFIANZA EN FLORIDABLANCA, ENCOMENDÓ LOS MÁS ALTOS CARGOS DEL ESTADO A MANUEL GODOY, FAVORITO DE LA REINA. AL CONTRARIO QUE EL RELEGADO FLORIDABLANCA, CONSIDERADO UN GRAN ESTADISTA POR MÉRITOS PROPIOS, EL ASCENSO POLÍTICO Y ECONÓMICO DE GODOY FUE SIEMPRE CUESTIONADO. ANTE LAS GRANDES POTENCIAS, FRANCIA E INGLATERRA, GODOY FUE CAMBIANDO LA POLÍTICA EXTERIOR SEGÚN LAS CIRCUNSTANCIAS...

CON ESPAÑA NEUTRAL, LOS INGLESES ESTÁN APROVECHANDO PARA ATACARNOS EN AMÉRICA E INTERCEPTAR LOS MERCANTES QUE TRAEN EL ORO, SIN EL QUE NO PODEMOS PAGAR LAS DEUDAS DE LA CORONA.

UNA ALIANZA CON LA FRANCIA REVOLUCIONARIA CONTRA INGLATERRA, PERJUDICARÍA LAS RELACIONES CON LAS OTRAS CORONAS EUROPEAS, AUNQUE NOS BENEFICIARÍA EN LAS COLONIAS Y SOLUCIONARÍA LO DEL ORO...



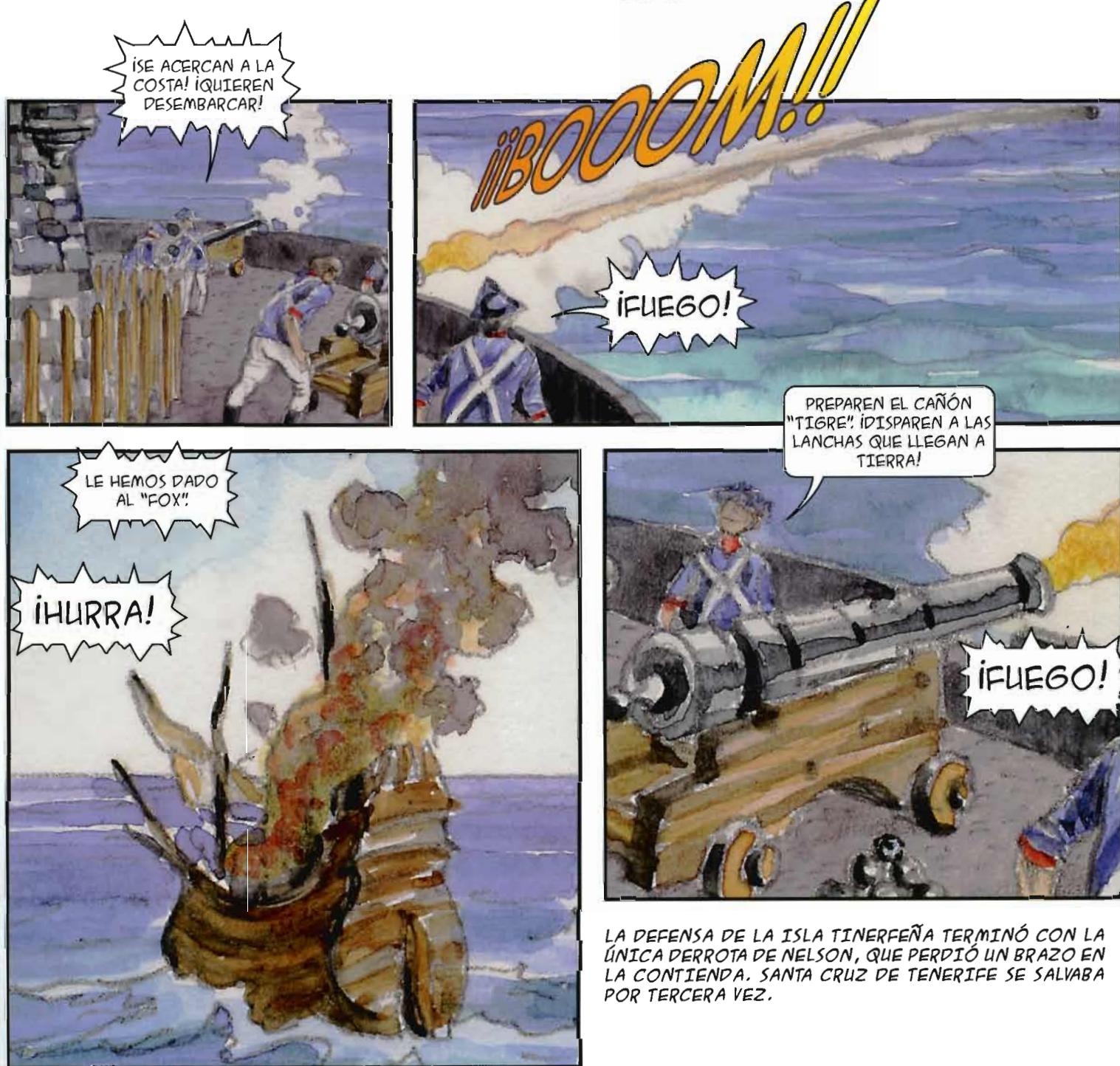
¡A LOS CAÑONES, AHÍ VUELVEN LOS INGLESES POR TERCERA VEZ...!

TENERIFE, 25 DE JULIO DE 1797



ESPAÑA Y FRANCIA ERAN NUEVAMENTE ALIADOS FRENTE A INGLATERRA. EN LA BATALLA DEL CABO DE SAN VICENTE, LA ESCUADRA INGLESA, MÁS PREPARADA, PROVOCÓ UNA SONADA DERROTA A LOS ESPAÑOLES, QUE PARTÍAN CON LA VENTAJA NÚMÉRICA. OBLIGADOS A REFUGIARSE EN EL PUERTO DE CÁDIZ CON NUMEROSAS BAJAS, FUERON BLOQUEADOS POR LOS BARCOS INGLESES.

NELSON VIGILABA LOS MOVIMIENTOS DE LOS MERCANTES ESPAÑOLES, ESPERANDO INTERCEPTAR UN BUQUE QUE DEBÍA TRAER A ESPAÑA AL VIRREY DE LA NUEVA ESPAÑA CON SUS TESOROS. SU ATRAQUE EN TENERIFE FUE LA OCASIÓN PARA INTENTAR CONQUISTAR LAS ISLAS CANARIAS, PUERTO ESTRÁTÉGICO CODICIAZO POR INGLATERRA. AL MANDO DE LA DEFENSA DE LAS ISLAS SE ENCONTRABA EL GENERAL GUTIÉRREZ\*.



LA COMUNICACIÓN A LA CORONA ESPAÑOLA DE LA VICTORIA SOBRE LOS INGLESES EN LA BATALLA DE SANTA CRUZ FUE LLEVADA AL CONTINENTE POR EL PROPIO NELSON. LA TRANSMISIÓN DE MENSAJES MEDIANTE CARTAS SE DEMORABA SEMANAS O MESES Y, EN OCASIONES, ERAN FÁCILMENTE INTERCEPTADAS.

BETANCOURT HABÍA PROPUESTO EN 1796 LA CREACIÓN DE UN TELÉGRAFO ÓPTICO QUE PERMITIRÍA TRANSMITIR MENSAJES CON SEGURIDAD, RAPIDEZ Y FACILIDAD DE MEDIOS. ENTRE 1779 Y 1800, BETANCOURT ENSAYÓ UNA LÍNEA TELEGRÁFICA ENTRE MADRID Y ARANJUEZ.



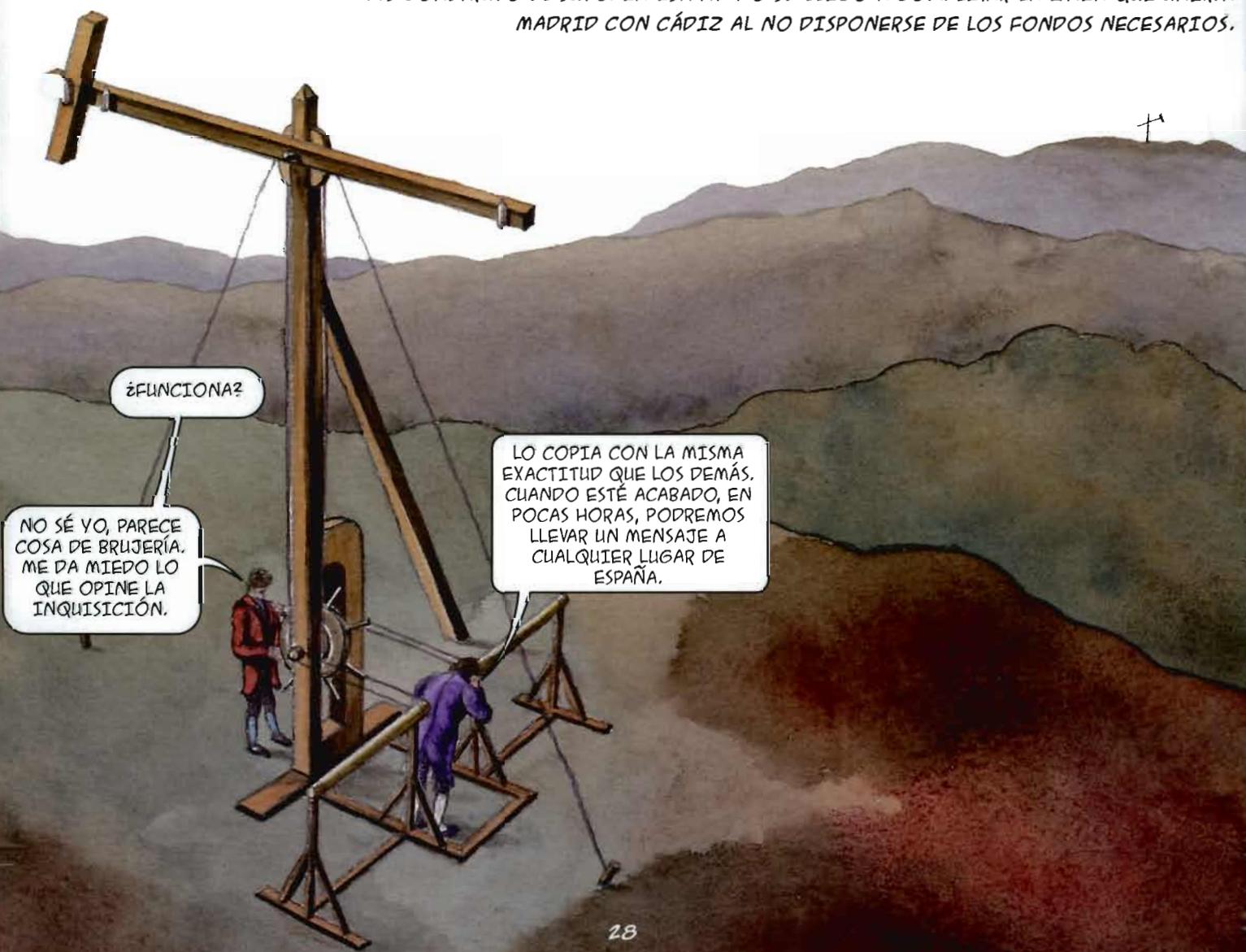
ES MUY SENCILLO. ENTONCEs,  
LETRA A LETRA, VAMOS  
CONSTRUYENDO NUESTRO  
MENSAJE

¿NO ES ESO?

¡ESO ES! ESTE OTRO TELESCOPIO SIRVE PARA  
COMPROBAR QUE EL TERCER TELÉGRAFO HACE LO  
MISMO QUE NOSOTROS. ADEMÁS DE SERVIR PARA  
PODER COMUNICARNOS EN AMBOS SENTIDOS.

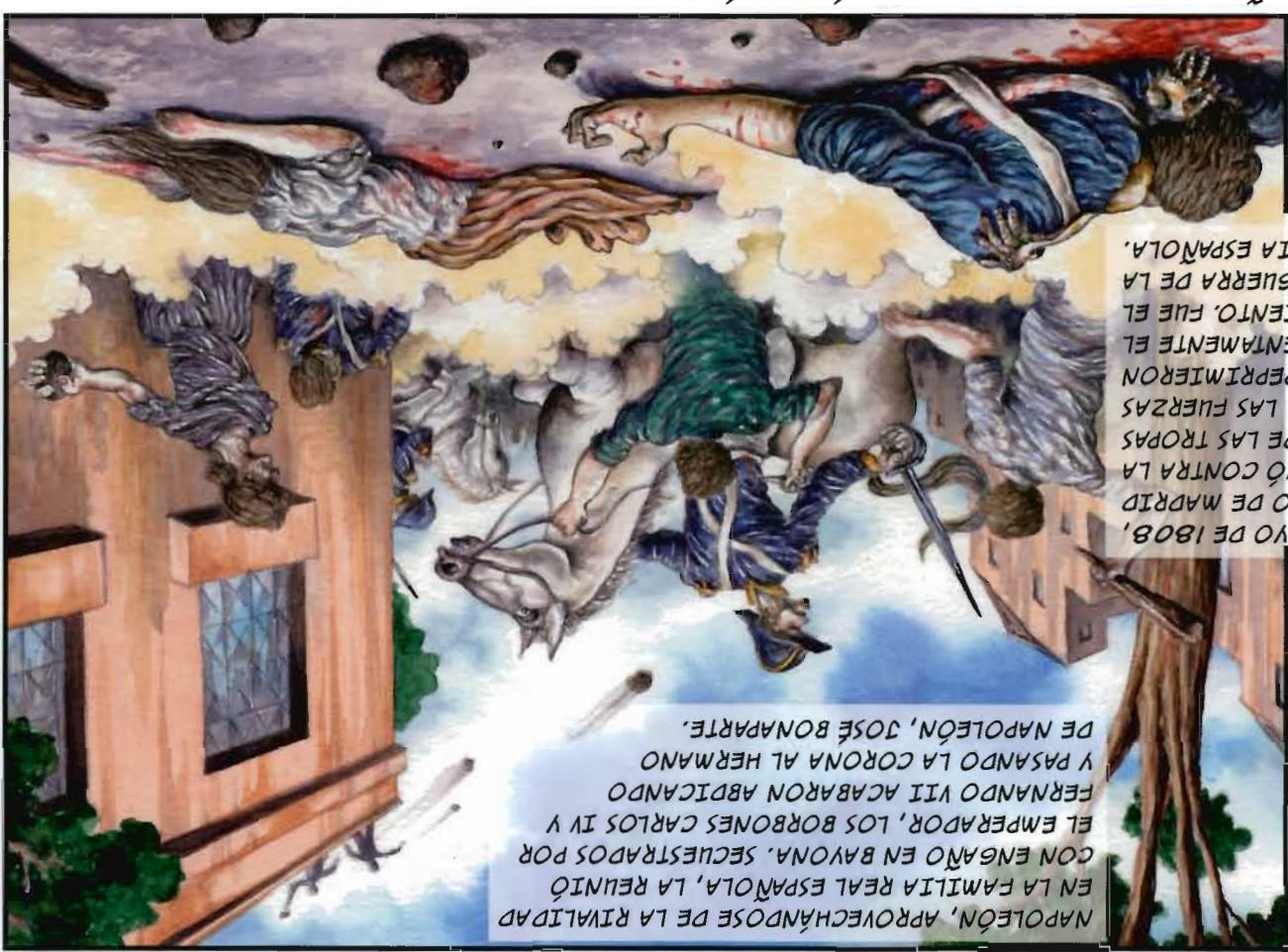


DIFFERENTES MODELOS DE TELÉGRAFOS ÓPTICOS SE ENSAYARON EN INGLATERRA  
Y FRANCIA SIN MUY BUENOS RESULTADOS. AUNQUE EL TELÉGRAFO ÓPTICO DE  
BETANCOURT Y BREGUET FUE, CON DIFERENCIA, EL MÁS SENCILLO Y PRÁCTICO, CADA  
PAÍS CONSTRUYÓ EL SUYO. EN ESPAÑA NO SE LLEGÓ A COMPLETAR LA LÍNEA QUE UNIRÍA  
MADRID CON CÁDIZ AL NO DISPONERSE DE LOS FONDOS NECESARIOS.





AGUSTIN DE BETANCOURT, COMO MIEMBRO DE LA ACADEMIA DE SAN FERNANDO, PARTICIPÓ DE LA REFORMA LAS BELLAS ARTES EN ESPAÑA, PERMITIENDO UNA MAYOR LIBERTAD EN LA TÉCNICA A LOS ARTISTAS.



MAS DE 100.000 SOLDADOS FRANCÉSES OCUPARON GRAN PARTE DE ESPAÑA POR EL TRATADO DE FONTAINBLEAU CON EL DESCONVENTO CRISTIENNE DE LA POBLACION. GOODY, DESCONFIANDO DE LA PROMESA DE LOS FRANCÉSES Y ANTE EL POSIBLE SECUESTRO DE LOS REYES, LOS ENVÍO A ARANJUEZ Y PREPARÓ SU HUEDA DE ESPAÑA.

EN MARZO DE 1808, LOS SEGUidores DE FERNANDO VII ORGANIZARON EL MOTÍN DE ARANJUEZ, ASALTANDO EL PALACIO Y CONSIGUIENDO LA DESTITUCIÓN DE GOODY Y LA ABdicación DEL REY, CARLOS IV, EN SU LUGAR, FERNANDO VII.



## CAPÍTULO VI: *Betancourt en la Rusia de los Zares*

DESCONTO CON LA POLÍTICA ESPAÑOLA Y TRAS LOS SUCESOS DE MAYO DE 1808, AGUSTÍN DE BETANCOURT, QUE HABÍA ESTADO EN SAN PETERSBURGO COMO INVITADO ESPECIAL DEL ZAR ALEJANDRO I, DECIDIÓ EMIGRAR A RUSIA CON SU ESPOSA Y SUS CUATRO HIJOS. EL INGENIERO CANARIO SIGUIÓ MANTENIENDO CORRESPONDENCIA CON SU FAMILIA TENERFEÑA, A LA QUE PERIÓDICAMENTE INFORMABA DE LAS GRANDES OBRAS QUE LLEVABA A CABO.

*San Petersburgo, 15 de septiembre de 1814*

*Mi muy querido hermano:*

*¡Qué de acontecimientos han acaecido durante este tiempo...! Voy a darte cuenta del estado en que me hallo, empezando por los motivos que me han traído aquí. Desde que observé la enemistad que reinaba en España entre el príncipe de Asturias (hoy Fernando VII) y Godoy, supuse que debía haber una revolución y que en tal caso era necesario, para no perecer con mi familia, buscar un asilo en un reino extranjero donde ponerla a salvo, y me pareció que la Rusia debía ser el más apropiado. Fui observando la tempestad y después de que Napoleón pidió tropas a España, me pareció que ya era tiempo de salir de allí.*

*Supe de la abdicación de la corona de Carlos IV. Luego que se formó la famosa junta en la que despojaron a éste de la Corona, no queriendo verme expuesto a servir al rey intruso, tomé el partido de venirme aquí con mi familia.*

*El emperador y todas las personas de la familia Imperial me recibieron con unas distinciones que yo no podía ni pretender esperar, me convocó a comer con él todos los días que quisiere (siendo muy pocos los que gozan de este privilegio) y me dio el grado de mariscal de campo del Ejército ruso. Me trata como a un amigo.*

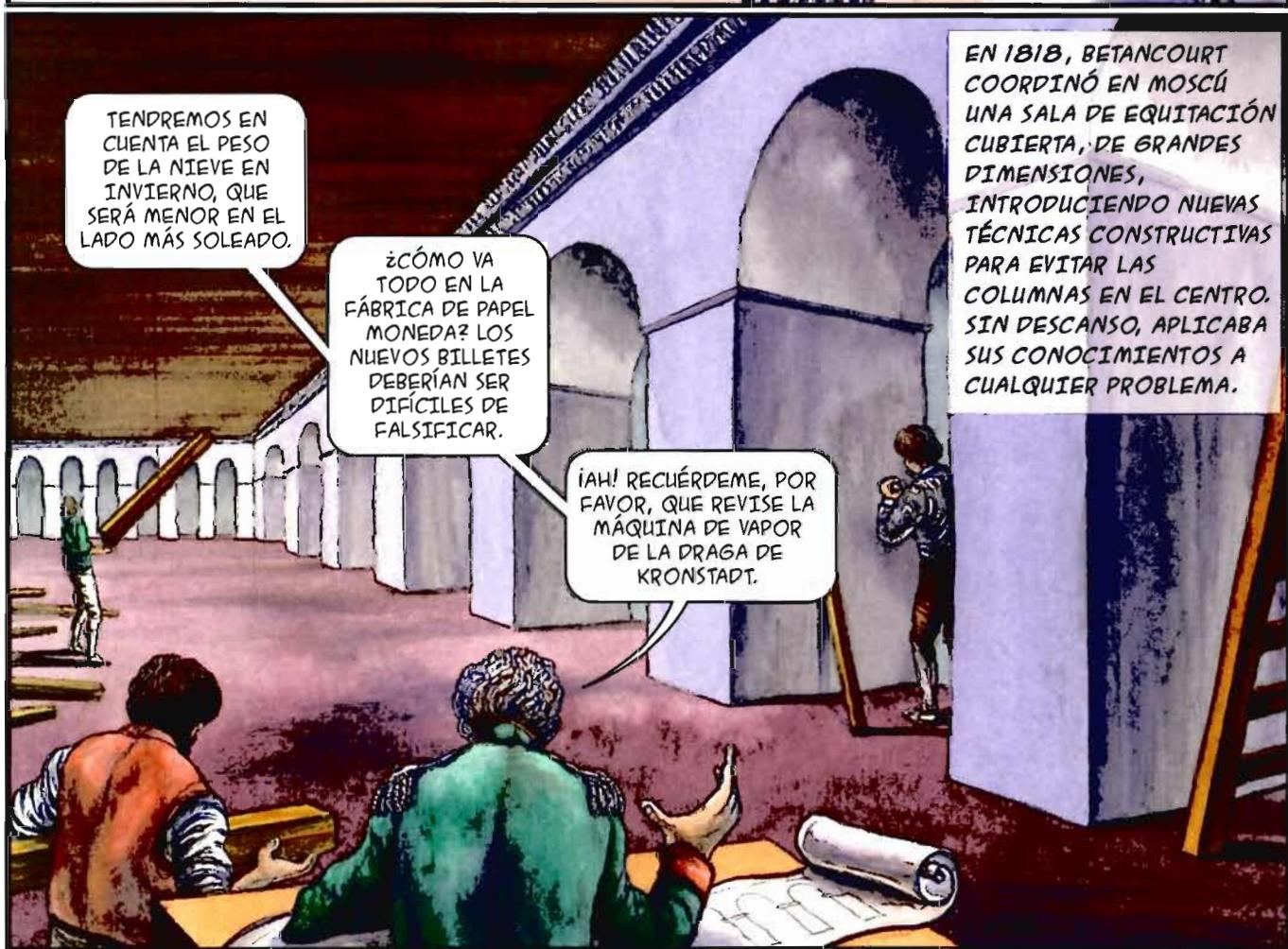
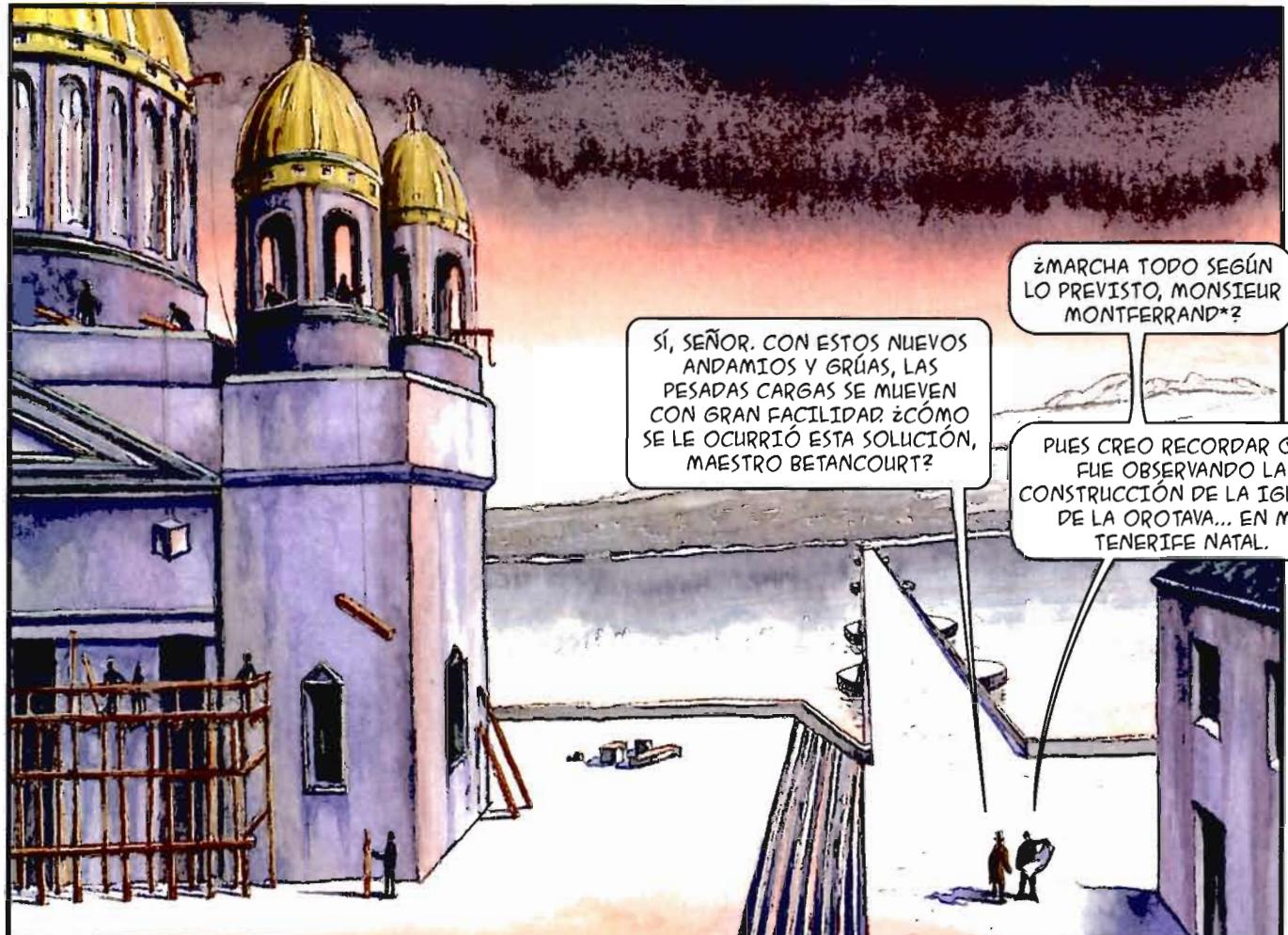
*He formado un instituto o colegio militar, para instruir a los ingenieros. He hecho una máquina para limpiar el puerto movida con una máquina de vapor, he construido puentes de madera y otras varias cosas que sería largo de referirte.*

*Tengo la satisfacción de haber contribuido tanto o más que el mejor español a la destrucción del monstruo Bonaparte.*

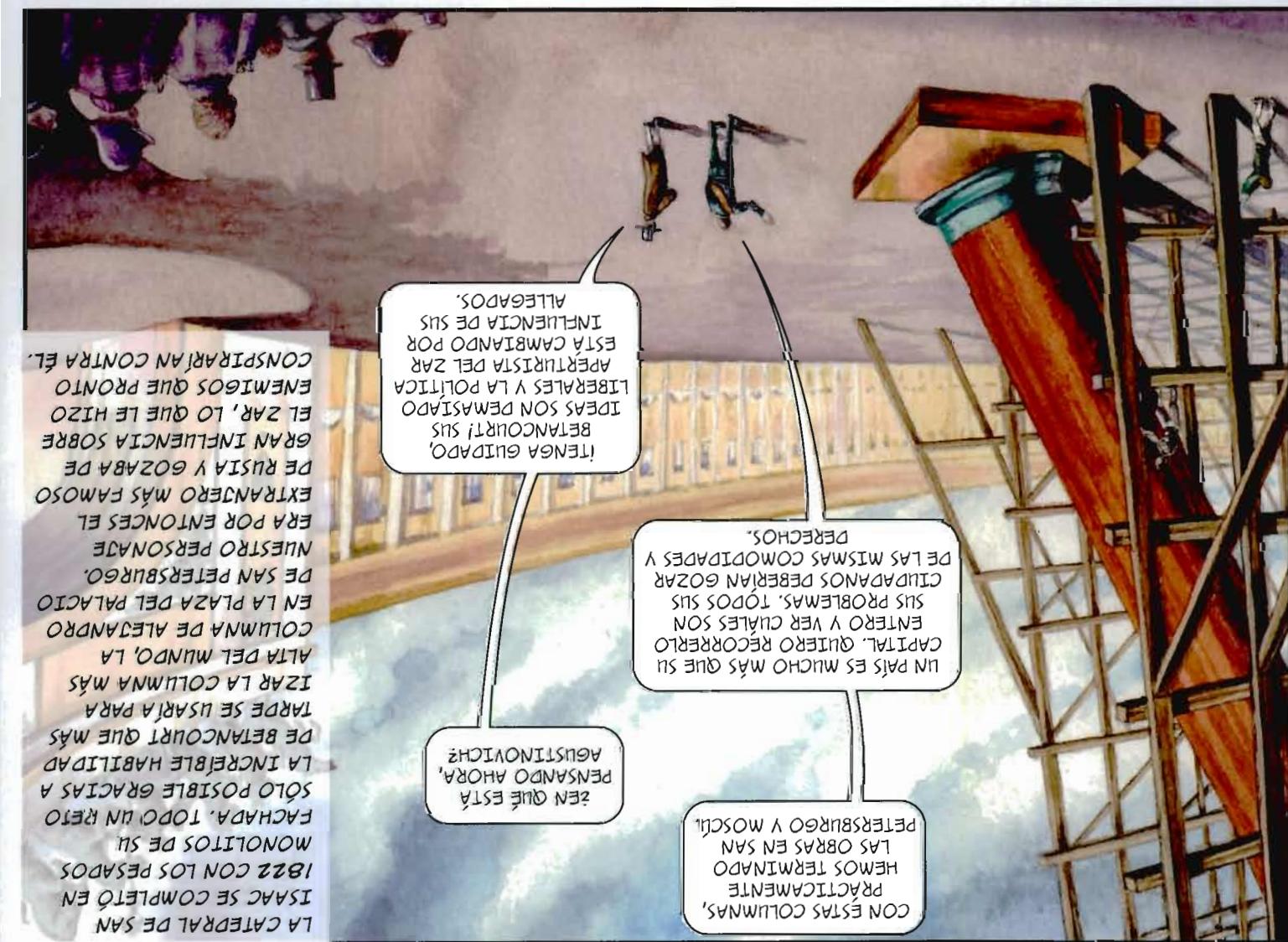
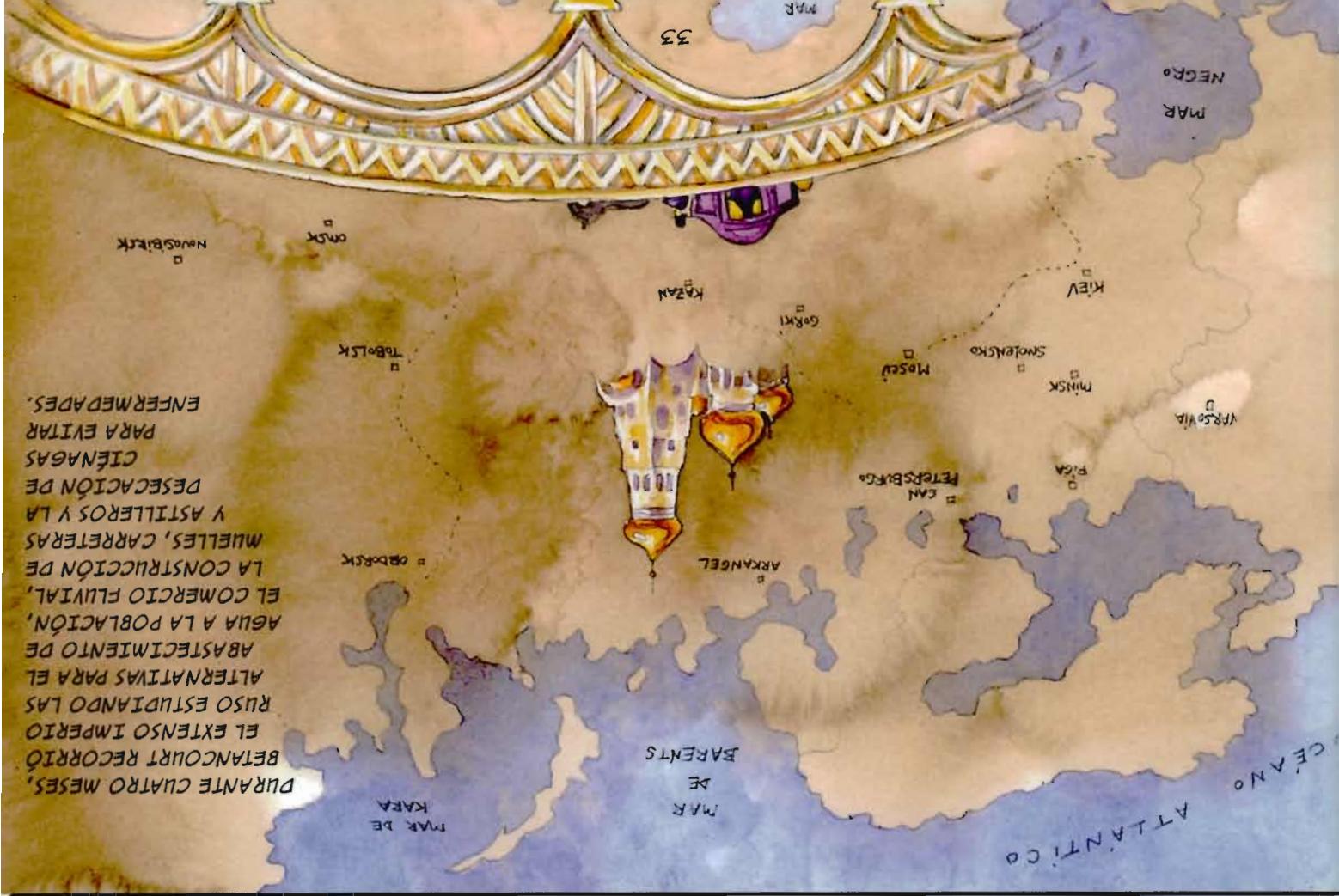
*PAPÁ, ¿CÓMO  
DICES QUE TE  
LLAMAN EN RUSIA?*

*AGUSTÍN  
AGUSTINOVICH!*

NOMBRADO INSPECTOR DEL DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN, BETANCOURT RECIBIÓ EL ENCARGO DIRECTO DEL ZAR PARA EMBELLECER LA CAPITAL, SAN PETERSBURGO, Y SOLUCIONAR SUS PROBLEMAS CONSTRUYENDO NUEVOS PUENTES, ACERAS, TRAZADO DE CALLES... Y EN 1817, INICIÓ LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CATEDRAL DE SAN ISAAC, LA MÁS GRANDE DE RUSIA Y LA CUARTA MAYOR DEL MUNDO.



\* AUGUSTE DE MONTFERRAND FUE UN ARQUITECTO FRANCÉS EN QUIEN BETANCOURT CONFIÓ LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CATEDRAL DE SAN ISAAC EN SAN PETERSBURGO.



¡ES PEOR DE LO QUE PENSABA!

NO HAY AGUA POTABLE, SIN CAMINOS NI CANALES, LOS ALIMENTOS Y ARTÍCULOS IMPRESCINDIBLES PARA LAS ALDEAS Y CIUDADES NO LLEGAN A SU DESTINO. SIN LAS MÍNIMAS INFRAESTRUCTURAS, LA POBLACIÓN SUFRE CON CADA INVIERNO.

¡SAN PETERSBURGO ES UN ESPEJISMO! EL ZAR DEBE CONOCER CÓMO VIVEN REALMENTE SUS CIUDADANOS.

A SU REGRESO, EN AUDIENCIA CON EL ZAR...

MAJESTAD, TODO ESTÁ POR HACER Y PARA HABLAR DE ÉXITO DEBERÍAN LLEVARSE A CABO OBRAS IMPORTANTES EN TODO EL PAÍS.

DIME, AGUSTINOVICH. ¿QUÉ TE PARECE MI GRAN RUSIA? ¿NO ES DIGNA DE SU HERMOSA CAPITAL?

MAJESTAD, ESTOY CONVENCIDO DE LO QUE DIGO. EL ÚNICO OBSTÁCULO SON LAS ESCASAS ASIGNACIONES A LAS OBRAS PÚBLICAS.

¿TODO ESTÁ POR HACER, DICES? INSULTAS AL ZAR. ¡PIENSA BIEN TUS PALABRAS, BETANCOURT!

ENTONCES, HARÁS BIEN EN REVISAR LOS FONDOS QUE SE TE ASIGNAN. SEGÚN PARECE, ESTÁ DESAPARECIENDO DINERO CON LA CONSTRUCCIÓN DE LA FERIA DE NIZHNI NÓVGOROD.



EN 1822, ACUSADO DE IRREGULARIDADES FINANCIERAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA FERIA DE NIZHNI NOVÓGOROD, SU HERMANO MÁS EMBLEMÁTICA Y QUERIDA, BETANCOURT FUE DESTITUIDO DE SU CARGO COMO DIRECTOR GENERAL, POSTERIORMENTE SE DEMOSTRÓ QUE LAS ACUSACIONES ERAN FALSAS, UNA TRAMPA RIDIDA POR SUS ENEMIGOS PARA DESACREDITAR AL INGENIERO ESPAÑOL ANTONIO EL ZAR.

# EL GLOBO AEROSTÁTICO

En 1782, Joseph Montgolfier, fabricante de papel en Aviñón (Francia), observó cómo el humo de su chimenea elevaba pequeñas partículas, por lo que dedujo que el aire se hacía más ligero al calentarse. Varios días después construyó una bolsa de papel de seda, que llenó con el aire caliente de la chimenea, consiguiendo así que esta se elevara hasta el techo de su habitación.

Más tarde, el 4 de junio de 1783, y con la ayuda de su hermano Jacques, consiguió elevar una bolsa esférica de lino forrada de papel de 11 m de diámetro, 800 m<sup>3</sup> y un peso de unos 226 kg llena de aire caliente. El vuelo recorrió 2 km, duró 10 minutos y alcanzó una altitud estimada de 1.600 y 2.000 m. Este fue el primer vuelo en globo no tripulado del que históricamente se tienen datos confirmados.

Ese mismo año, los hermanos se trasladaron a París y realizaron una demostración pública. Para ello llenaron de aire caliente un gran saco de lino de 10,5 m de diámetro. El globo no solo elevó su propia estructura, sino una cesta de mimbre en la que viajaban un gallo, un pato y un cordero, sin sufrir éstos daño alguno. Fueron los primeros aeronautas de la historia. La prueba se realizó en Versalles ante Luis XVI de Francia, con el fin de obtener su permiso para realizar el siguiente ensayo de vuelo, esta vez con humanos.

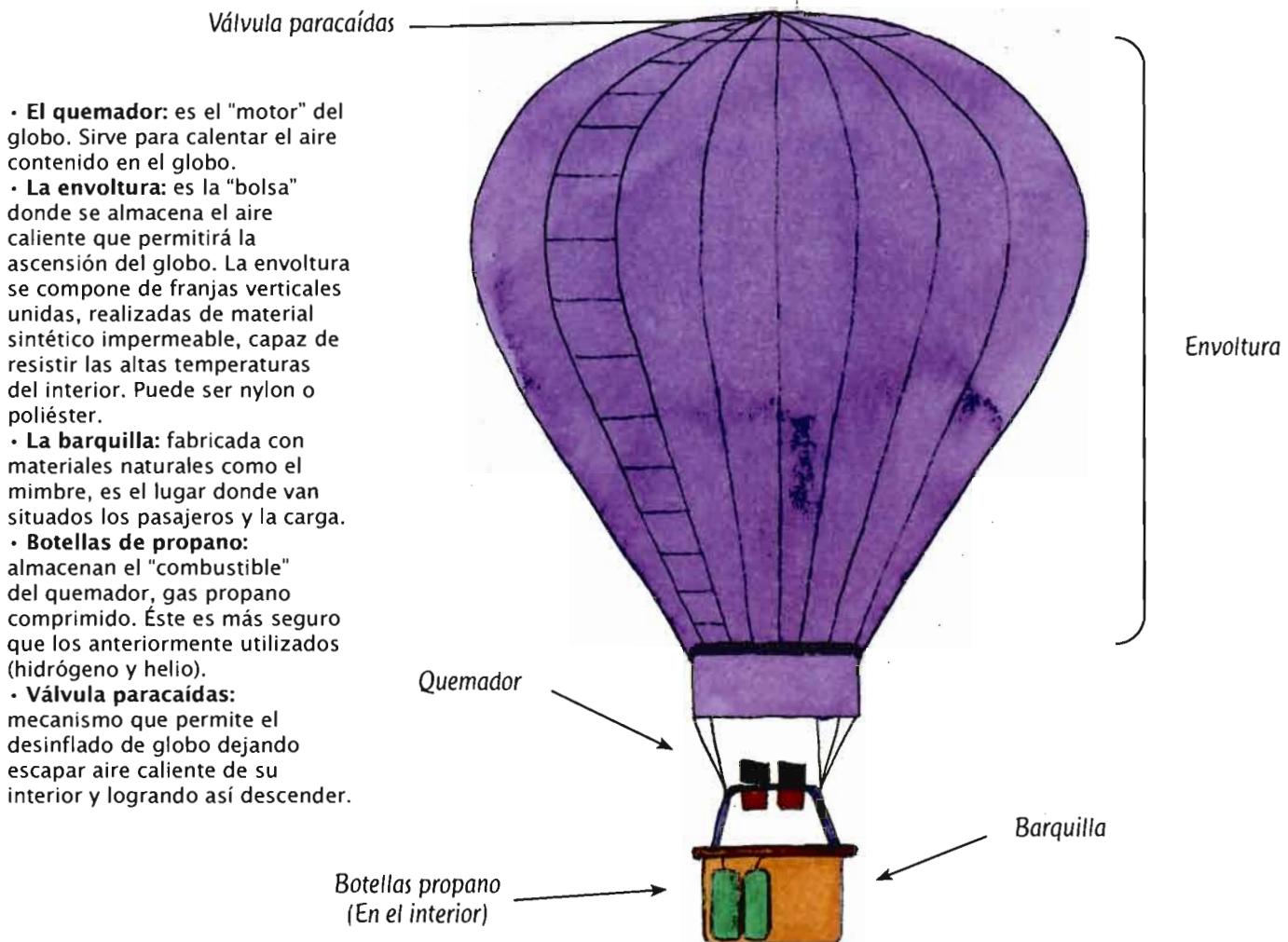
Finalmente, el 20 de noviembre de 1783, el físico francés Jean François Pilâtre de Rozier y el Marqués de Arlandes fueron los valientes pioneros que realizaron una ascensión hasta los 1.000 m de altura, en un vuelo que duró veinticinco minutos y recorrió 10 km de distancia.

## Curiosidades

El 20 de marzo de 1999, el suizo Bertrand Piccard y el inglés Brian Jones culminaron la última gran hazaña posible dentro de la atmósfera terrestre. Con el globo "Brietling Orbiter 3" aterrizaron en Egipto después de completar una vuelta completa al planeta. Habían despegado de Suiza, y durante veinte días volaron 46.759 km sin escalas. La cápsula del aerostato actualmente se exhibe en el Smithsonian National Air and Space Museum de Washington.



Un globo aerostático está compuesto por varias partes esenciales:



### Funcionamiento

Los globos aerostáticos están basados en un principio científico muy básico: el aire caliente asciende en presencia de aire más frío debido a que éste se hace más ligero a medida que aumenta la temperatura, es decir, su densidad es menor que la del aire frío. Como podemos considerar a la atmósfera como un "océano de aire", el globo recibe una fuerza ascensional que lo eleva (principio de Arquímedes). Esta fuerza ascensional será proporcional al volumen de aire que contenga el globo y deberá ser mayor que el peso de nuestro globo si queremos que éste ascienda.

### Cronología

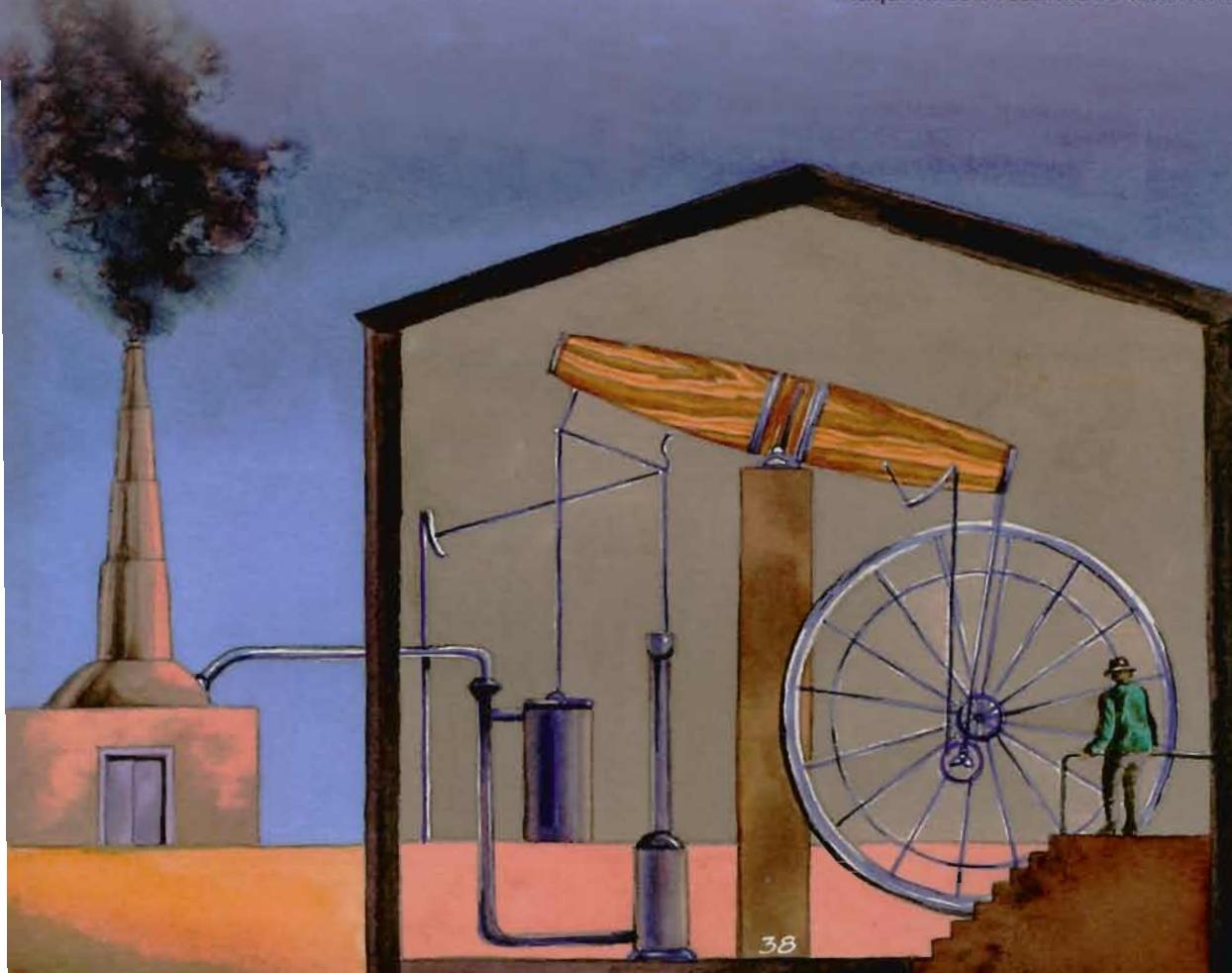
- 1709: Bartolomeu Lourenço de Gusmão diseña un modelo de globo de aire caliente, al que denominaría "Passarola".
- 1783: Los hermanos Joseph y Etienne Montgolfier hacen una demostración pública de un globo de aire caliente no tripulado.
- 1783: Jacques Charles construye el primer globo de hidrógeno.
- 1783: Los Montgolfier elevan una oveja, un pato y una gallina en una demostración ante Luis XVI de Francia.
- 1783: Jean-François Pilâtre de Rozier y François Laurent d'Arlandes realizan en París el primer vuelo humano en una máquina creada por el hombre del que se tiene noticia.
- 1783: Agustín de Betancourt eleva el primer globo aerostático en España.
- 1783: José de Viera y Clavijo repite la hazaña 15 días después.
- 1785: Jean-François Pilâtre de Rozier y Jules Romain Se convierten en los primeros muertos en accidente aeronáutico, cuando intentaban cruzar el Canal de la Mancha en su globo.
- 1852: El ingeniero francés Henri Giffard inventa el dirigible.
- 1900: Ferdinand von Zeppelin realiza el primer vuelo de un dirigible rígido, el LZ1.
- 1903: Wilbur y Orville Wright realizan el primer vuelo tripulado en avión a motor de la historia.
- 1937: El dirigible alemán "Hindenburg" es destruido tras sufrir un incendio cuando aterriza en Nueva Jersey. Con este accidente finaliza la era dorada del dirigible.

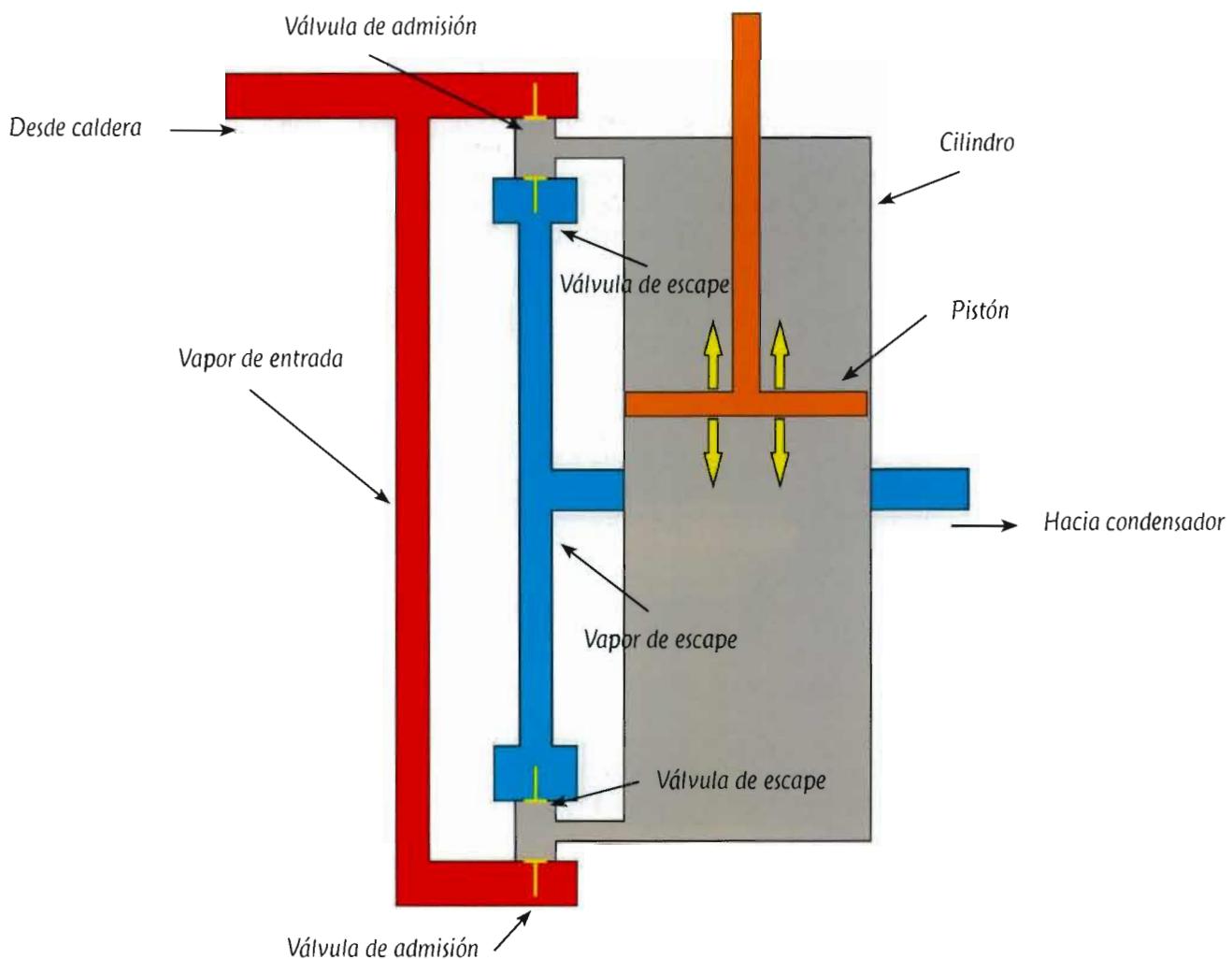
La máquina de vapor fue uno de los grandes inventos de la humanidad. Hasta su aparición, los trabajos se realizaban de forma manual en su gran mayoría y las personas trabajaban el día entero sometidas a condiciones infráhumanas. Aunque las primeras máquinas de vapor se desarrollaron hacia 1690, no fue hasta setenta años después cuando James Watt diseñó los modelos modernos. Su introducción contribuyó a numerosas invenciones dentro del mundo de la industria y del transporte, como la locomotora de vapor.

En 1764, tras reparar una máquina del tipo "Newcomen", Watt se dio cuenta de las deficiencias del diseño de esta última, especialmente las elevadas pérdidas de calor (debido a que el vapor se enfriaba en el propio cilindro) y su enorme consumo de combustible, por lo que se puso inmediatamente a trabajar con vistas a producir una máquina más eficiente. Para lograrlo, hizo que el vapor se condensase en un recipiente especial, "el condensador". De esta forma se podía mantener siempre caliente el cilindro, ahorrándose una importante cantidad de combustible y triplicando el rendimiento de la máquina de "Newcomen". En los años siguientes introdujo una serie de importantes perfeccionamientos en la máquina, entre los que destacan: la invención de un mecanismo, accionado por la propia máquina, para inyectar alternativamente vapor a ambos lados del pistón (máquina de doble efecto); la introducción del paralelogramo articulado, que permitía resolver el problema de transmitir el impulso del émbolo de movimiento rectilíneo al balancín; la incorporación de un regulador, que gobernaba la entrada de vapor y mantenía a la máquina funcionando a velocidad uniforme; y la adopción del engranaje planetario, que favoreció el uso industrial de la máquina al capacitarla para producir un movimiento rotativo.

En el otoño de 1789, Agustín de Betancourt decidió viajar a Inglaterra, con el objetivo de recopilar toda la información posible sobre las "modernas" máquinas de vapor construidas por Watt y Boulton.

Permaneció dos meses observando todo lo que pudo, actividad ésta a mitad de camino entre la investigación científica y el espionaje industrial. Todos los intentos para lograr ver un ingenio de cerca fracasaron, hasta que un día, al regresar a Londres tras recibir una nueva negativa por parte de los mismos Watt y Boulton, logró observar de lejos una máquina en funcionamiento, cerca del puente de Black Friar. Haciendo uso de su increíble capacidad analítica, estudió su funcionamiento y descubrió que era una máquina de "doble efecto": el vapor era inyectado en el cilindro por ambas caras alternativamente, mejorando así el rendimiento. Notó además que era capaz de transformar el movimiento de balanceo clásico en un movimiento circular, por lo que podía mover toda clase de ruedas (un molino de agua, por ejemplo) y mecanismos industriales. Una vez en Francia, escribió para la Academia de Ciencias de París una "memoria sobre una máquina de vapor de doble efecto", con el fin de construir más adelante su propia máquina con resultados altamente satisfactorios.





### Funcionamiento

La caldera hiere el agua generando vapor a presión. La válvula de admisión superior se abre dejando pasar el vapor (rojo) a la parte superior del cilindro durante la carrera descendente del pistón. Al mismo tiempo se abre la válvula de escape inferior, por lo que el vapor (azul) contenido en la parte inferior del cilindro sale por la tubería hacia el condensador, donde se creará un vacío debido a la condensación del vapor de escape, ayudando al pistón en su carrera descendente. En este momento se invierte el proceso, el pistón empezará a subir y ahora el vapor entrará por la parte inferior del cilindro, mientras que el contenido en la parte superior se dirigirá al condensador. Este proceso se repetirá una y otra vez durante el funcionamiento de la máquina. Debido a que el vapor "ataca" ambas caras del pistón alternativamente, estas máquinas son conocidas como "máquinas de doble efecto". El movimiento alternativo del pistón provocará el movimiento de vaivén en el balancín, el cual a su vez y por medio de unos engranajes planetarios producirá un movimiento circular en la rueda o volante de inercia, que ya podrá ser transmitido a cualquier tipo de máquina acoplada a la de vapor.

### Curiosidades

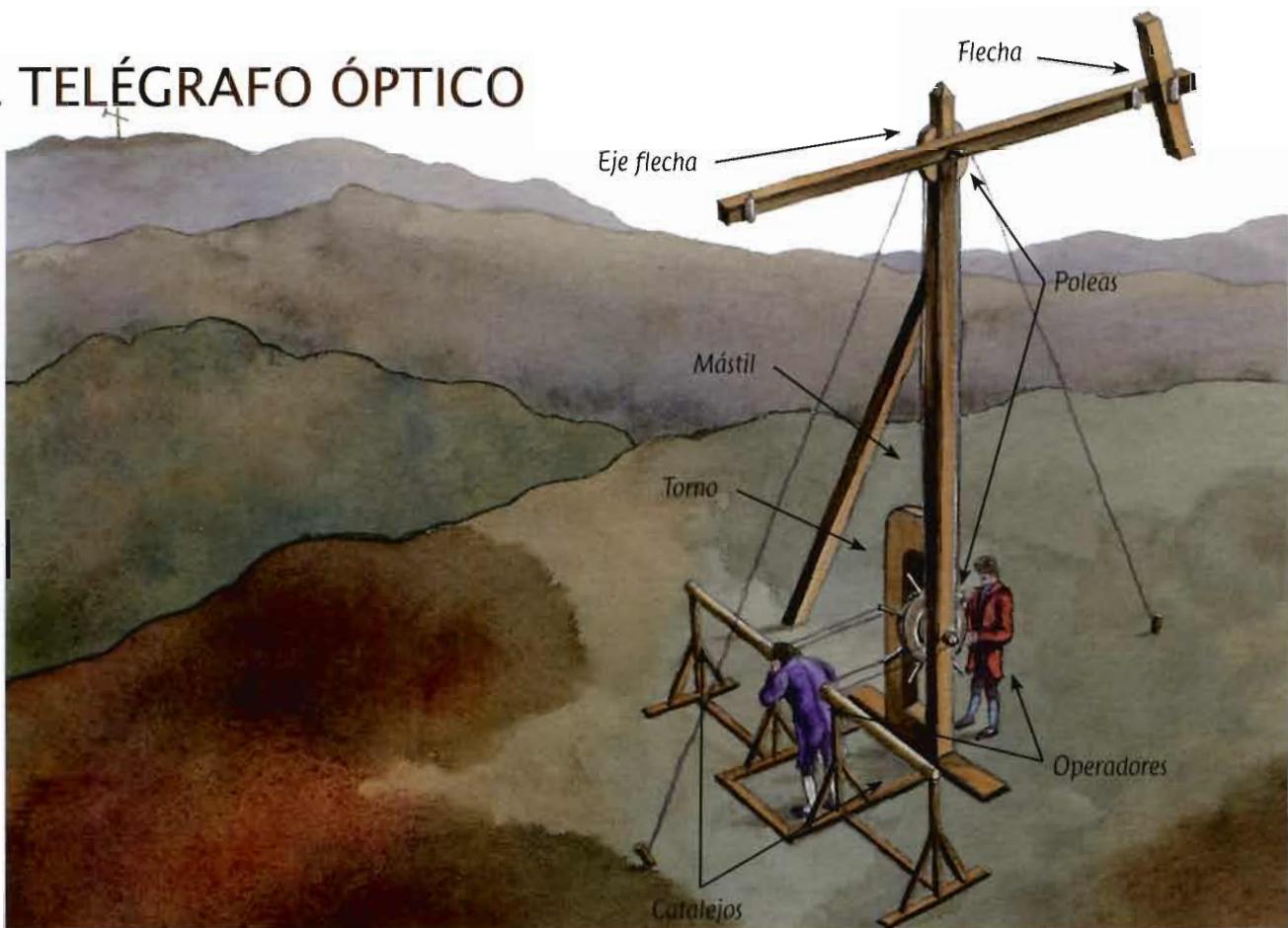
En honor a James Watt, la unidad de potencia en el sistema internacional se denomina Vatio o Watt (W).

#### Cronología

- 0100: Herón de Alejandría inventa la Eolípila, que está considerada como la primera máquina térmica de la historia.
- 1643: Torricelli demuestra la existencia de la presión atmosférica.
- 1680: Papin inventó la "olla de Papin" o "digesteur", predecesora de las actuales ollas de presión.
- 1698: Thomas Savery inventa una máquina para extraer agua de las minas, la cual usa vapor y vacío. Es conocida como "El amigo de los mineros".
- 1712: Thomas Newcomen perfecciona "El amigo de los mineros" dando lugar a la "Máquina de Newcomen".
- 1774: James Watt mejora la "Máquina de Newcomen" añadiendo el condensador, doble efecto, conversión de movimiento rectilíneo en circular, etc.. Su máquina es la que impulsa la "Revolución Industrial".
- 1789: Agustín de Betancourt "introduce" la máquina de vapor en Europa.
- 1807: Robert Fulton construye el primer barco de vapor a paletas comercialmente viable.
- 1804: Richard Trevithick construye la primera locomotora impulsada por vapor.
- 1826: Se inicia la construcción de la primera línea férrea del mundo entre dos ciudades: Liverpool y Manchester.
- 1829: La locomotora "Rocket" diseñada por Robert Stephenson gana las pruebas de "Rainhill" destinadas a elegir el mejor diseño para la línea Liverpool-Manchester.
- 1960: Se construye la última locomotora a vapor.

# EL TELÉGRAFO ÓPTICO

## Gabinete de Máquinas



La comunicación a distancia ha sido una inquietud a lo largo de la historia de los distintos pueblos. Ya en el siglo VI a.c., por parte de los griegos, tenemos noticias de los sistemas de comunicación mediante fuegos nocturnos, señales de humo o espejos.

Con el telégrafo óptico de los hermanos Chappe se da un gran paso adelante, ya que permite enviar mensajes en forma de símbolos y a gran distancia. Para hacernos una idea de lo revolucionario del invento, tengamos en cuenta que un mensaje enviado mediante un jinete a caballo tardaba cuatro días en llegar de Madrid a Cádiz, mientras que mediante el uso del telégrafo alcanzaba su destino en sólo tres horas. Aunque el invento de los Chappe fue un éxito, era complicado de usar ya que requería un sistema de tres manivelas y un libro de códigos con los 8.464 símbolos posibles.

En 1796, Agustín de Betancourt y el prestigioso relojero Louis Breguet idearon un sistema cuyo uso era más sencillo y eficiente, en el que el mensaje se enviaba de tal manera que sólo había que memorizar 36 posiciones (22 letras, 10 dígitos y 4 señales de control). La Academia de Ciencias, en Francia, comparó este telégrafo con el de los Chappe y recibió muchos elogios. Una vez en España, Betancourt unió Madrid con Aranjuez obteniendo un éxito total, lo que animó a empezar la construcción de una red telegráfica que se expandiría hasta Cádiz. El hecho de que el "telégrafo de Betancourt" fuera superior al de Chappe lo confirmó el propio Napoleón, quien ordenó que en Francia se instalaran nuevas líneas telegráficas "como las de Cádiz".

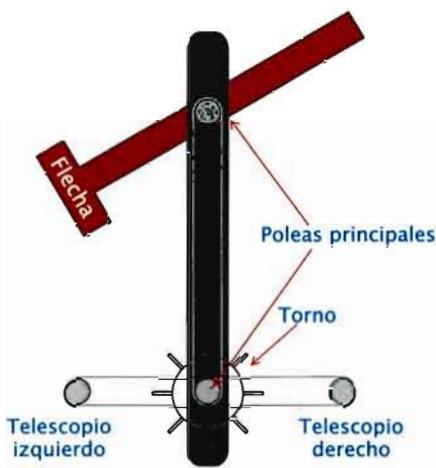
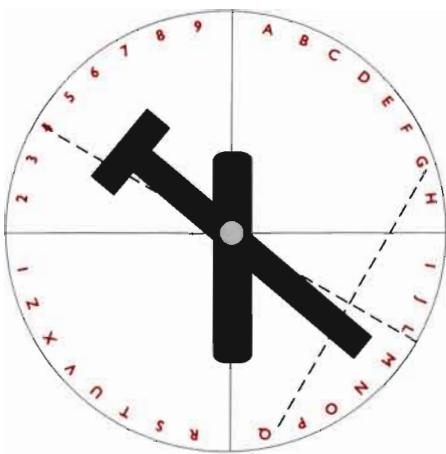
### Curiosidades

Betancourt experimentó con una nueva tecnología, la electricidad, como método para transmitir mensajes a larga distancia. Sin embargo, llegó a la conclusión de que la incipiente electricidad estática aún no era del todo fiable y además no existían aún mecanismos para acumularla.

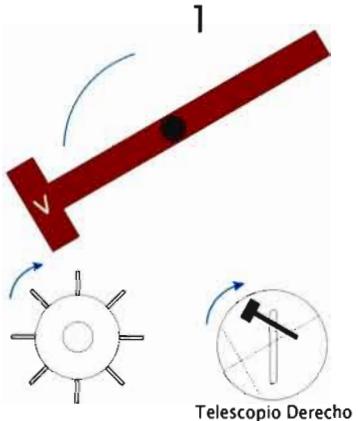
#### Cronología

- 1000 a.C.: Agamenón dirige las tropas griegas para tomar Troya. Se envía la noticia mediante hogueras, hasta los Palacios del Átrida.
- 1405: Enrique III usa hogueras entre Toro y Segovia para comunicar el nacimiento de su hijo.
- 1616: Franz Kessler publica el libro *De artes secretas y ocultas*, donde describe un sistema de telegrafía óptica.
- 1758: John Dollond construye las primeras lentes acromáticas.
- 1792: Los Chappe presentan su telégrafo óptico.
- 1793: Se aprueba la construcción de la primera línea de telegrafía óptica entre París-Lille-Estrasburgo.
- 1796: Telégrafo óptico de Betancourt-Breguet.
- 1799: Carlos IV aprueba la construcción de una línea de telegrafía óptica entre Madrid y Cádiz.
- 1812: Napoleón encarga un telégrafo móvil para desplazar a los frentes.
- 1837: Samuel Morse presenta su telégrafo eléctrico.
- 1840: Casi todos los países europeos cuentan con una red de telegrafía óptica.
- 1853: La telegrafía óptica da paso a las redes de telegrafía eléctrica.

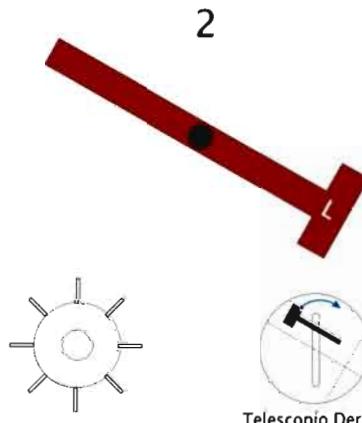
# TRANSMISIÓN DE UN MENSAJE



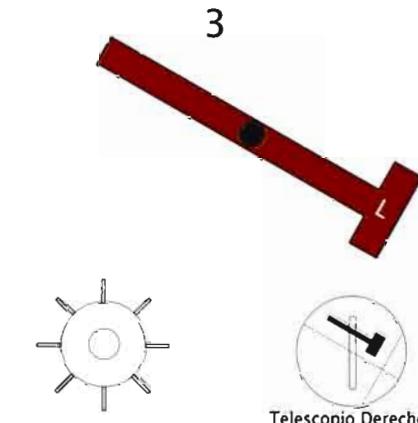
Telégrafo Emisor



El operador quiere transmitir la letra L. Para ello gira la manivela del torno hasta que sitúa la flecha en la posición correspondiente.

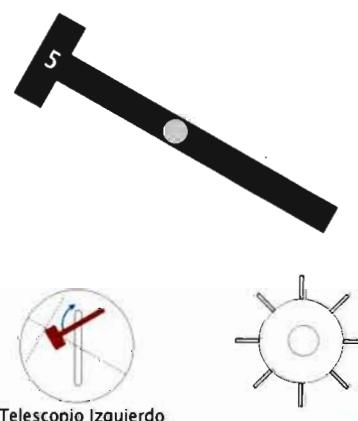


Una vez posicionada la flecha en la letra L, mira por el anteojos derecho para verificar que el telégrafo receptor se pone en movimiento.

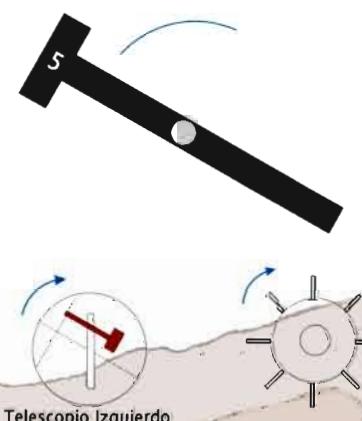


Una vez comprueba que la flecha del receptor está paralela a su hilo, procede a enviar la siguiente letra.

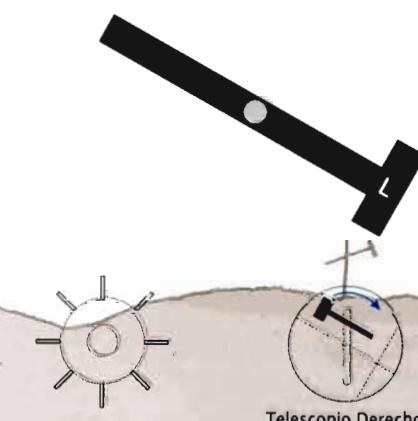
Telégrafo Receptor



El telégrafo receptor observa por el anteojos el telégrafo emisor y observa que empieza a mover su flecha.



El operador gira el torno para que la hilada de su telégrafo coincida con la flecha del telégrafo emisor (letra L).



Ahora el telégrafo receptor comprobará a través del telescopio derecho que el siguiente telégrafo repite el símbolo (letra L).

## Funcionamiento

El telégrafo consistía en un mástil que presentaba en su parte superior un brazo móvil, llamado "flecha", que podía girar respecto de su centro de gravedad, mediante el uso de un torno y un juego de poleas. La flecha podía adoptar 36 posiciones diferentes (paso de 10°), suficiente para un alfabeto de 10 dígitos y 26 letras. La máquina contaba a su vez con una pareja de catalejos mediante los cuales el telegrafista observaba las estaciones emisora y receptora. Los oculares giraban a la vez que la flecha y presentaban una cruz en el interior, similar a las actuales miras telescopicas, que ayudaba en la identificación de las diferentes posiciones. El trabajo del telegrafista consistía en reproducir la posición del telégrafo emisor, y comprobar que el receptor hacía lo mismo. Entonces podía leer el siguiente mensaje de la estación anterior y retransmitirlo a la siguiente. Este sistema de "repetidores" es bastante similar al que se usa actualmente cuando hablamos por nuestro teléfono móvil o vemos la televisión.

# NOSTALGIA FINAL DE UN INGENIERO CANARIO

En la etapa final de su vida en la Rusia de los Zares, Agustín de Betancourt dirigió su mirada a la tierra que le vio nacer, trazando un dibujo del Teide, síntesis de su nostalgia por la isla de sus amores.

Betancourt, perdida su influencia en la Corte por irregularidades de algunos de sus subordinados, fue obligado a abandonar su domicilio en la sede del Instituto de Vías de Comunicación, trasladándose a una vivienda privada en un noble edificio del centro de San Petersburgo. Fue apartado de la dirección de su querido Instituto, por él fundado, y como si se tratara de un favor especial, se quedó con la dirección del Comité de Construcciones de San Petersburgo, la Catedral de San Isaac y la Feria de Nizhni Novgorod. Precisamente estando en esta ciudad, que él hizo célebre, le llegó una infiusta noticia que le heló el corazón: su hija Carolina acababa de fallecer en San Petersburgo al dar a luz su primer hijo, el que podría ser su primer nieto. Esto ocurría el día 20 de junio de 1823. Fue el golpe definitivo que le impediría levantar cabeza. Nuestro compatriota pidió audiencia al zar Alejandro I, que se la concedió el día 27 de enero de 1824 y, ante la sorpresa de éste, Agustín le expuso su deseo de jubilarse. La dimisión de todos sus cargos le fue aceptada el 4 de febrero siguiente.

Las fuerzas físicas y anímicas le fueron abandonando y, con su preocupación puesta en su mujer e hijos, escribió una patética carta al Zar pidiéndole protección para ellos. Alejandro I le contestó: "Es muy doloroso para mí conocer vuestros sufrimientos e inquietante estado y hago sinceros votos porque hayáis experimentado algún alivio. Los servicios eminentes que habéis rendido al Estado os deben tranquilizar sobre la suerte de vuestra familia, pues me considero en el deber de testimoniarle lo mucho que los aprecio. Contad con la seguridad de mi estimación."

Agustín de Betancourt, que tuvo un poder inmenso en la Rusia imperial, dirigiendo las obras públicas de aquel país, con un enorme presupuesto, vivió y murió sin bienes de fortuna, y esta carencia es prueba inequívoca de su grandeza y de su recto proceder.

Poco después de recibir la carta del Zar, se produjo su fallecimiento el 26 de julio de 1824. Agustín de Betancourt, un canario universal, había entrado en la historia. A sus funerales acudieron todos los generales, jefes y oficiales presentes en la capital de reino y sus restos mortales fueron sepultados en el Cementerio de Smolenski, junto al celebre matemático Euler, muerto como él, al servicio de Rusia. El Zar cumplió su palabra y concedió a su viuda una pensión vitalicia. La tumba de Betancourt fue adornada con una columna de hierro diseñada por el arquitecto francés Montferrant, que le considerada su maestro. Hoy, sus restos reposan en el Panteón Nacional de los Hombres Ilustres de Rusia, al lado de Dostoievski y Tchaikovski.

Esta feliz iniciativa del Museo de la Ciencia y el Cosmos de crear un cómic en torno a la figura de Agustín de Betancourt y Molina contribuirá eficazmente al conocimiento de este canario universal entre los jóvenes tinerfeños, que son sus principales destinatarios.

JUAN CULLEN SALAZAR

Abogado. Cónsul de Austria.

Descendiente de José, hermano de Agustín de Betancourt y Molina,  
y autor de *La familia de Agustín de Betancourt y Molina. Correspondencia íntima*.

# LA ESTELA DE UN GENIO UNIVERSAL

Agustín de Betancourt y Molina ha dejado en la técnica y la ciencia una estela luminosa cuyo brillo aún perdura.

Su variada e ingente obra se desarrolló en España, Francia, Inglaterra y Rusia, con distinta intensidad según los medios y las circunstancias políticas y económicas. Curiosamente, en España y Rusia, muchos de sus trabajos y cargos prácticamente se duplicaron, como la fundación de las Escuelas de Caminos, la responsabilidad última de las comunicaciones y el cargo de general de ambos ejércitos. Hasta las intrigas políticas que motivaron su exilio de España se reprodujeron en el Imperio ruso, ocasionando su caída en desgracia.

Protagonista indiscutible de la primera Revolución Industrial en el continente europeo por la reinvención de la máquina de vapor, muy parecida a la de James Watt, su labor en muchos campos fue no sólo revolucionaria, sino también precursora de nuestro mundo contemporáneo. En efecto, sentó las bases de la ingeniería civil moderna; definió el nuevo maquinismo, junto a José María de Lanz, en una obra memorable: *Estudio sobre la composición de las máquinas*, que fue libro de texto durante medio siglo en las Escuelas de Ingeniería de Europa.

Pero, además, Agustín de Betancourt fue pionero de la aerostación en España y estudioso de la Termodinámica y del rendimiento de las máquinas térmicas en Francia, adelantándose en este último aspecto a las conclusiones de Sadi Carnot. Todo ello sin contar con el impulso que imprimió a la navegación fluvial a vapor en Rusia, el moderno urbanismo, principalmente en San Petersburgo, y la renovación pedagógica radical de las enseñanzas técnicas, hasta entonces guiadas, según sus propias palabras, por "una rutina ciega".

Por todas estas acciones, Agustín de Betancourt es un precursor de nuestra era y encarna, en consecuencia, al naciente hombre nuevo.

Su papel de intermediario entre los ingenieros y los científicos no ha sido aún debidamente valorado; de intermediario generoso, pues en ocasiones abrió nuevos caminos para la Ciencia, como en el caso de los gases y el equilibrio líquido-vapor, dejando a los científicos su pleno desarrollo.

Con la perspectiva del tiempo, su figura se agiganta, no sólo por sus cualidades intelectuales de ingeniero e inventor creativo, además de científico sagaz, sino también por su tenaz laboriosidad, siempre al servicio de la sociedad. En este sentido, fue un auténtico benefactor, en la mejor tradición del espíritu ilustrado.

Este cómic, junto a sus magníficos anexos, es un hermoso trabajo que, salvando licencias comprensibles, refleja con gran fidelidad y justicia la figura de Agustín de Betancourt. Su lectura por nuestros jóvenes servirá, sin duda, para acercarlos a la vida y obra de este canario universal.

AMÍLCAR MARTÍN MEDINA.  
Doctor en Química y escritor.  
Autor de una biografía didáctica sobre Agustín de Betancourt.



MAR DE  
KARA

□ OBDORSK

□ TOBOLSK

□ OMSK

□ NOVOSIBIRSK

