

VEINTE "MAMOTRETOS" DE FICCIÓN

Y

UNA CURIOSIDAD DESESPERADA

JOSE MANUEL RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
(Profesor de Física y Química)
JUAN NAVARRO DE TUERO
(Profesor de Biología y Geología)
35009565@gobiernodecanarias.org
I.E.S. DORAMAS
C/ Aragón, 6
35420-MOYA (LAS PALMAS)

INTRODUCCIÓN:

Como profesores de Ciencias, dos inquietudes nos espolean sobre manera en nuestro quehacer diario. Por un lado, constantemente intentamos acercar los contenidos impartidos en el aula a todos los ámbitos del saber, por muy lejanos que parezcan de nuestras disciplinas (Física, Química, Biología y Geología). Por otro, tratamos de conectarlos con la actualidad informativa. Se trata de estimular la imperiosa necesidad vital de GENERAR CURIOSIDAD POR APRENDER, que desafortunadamente es débil e incluso inexistente en el alumnado.

Es por ello, que una vez conocida la convocatoria pasada de este concurso nos planteamos invitar a Don Quijote y a Sancho Panza a nuestra "venta": los laboratorios y aulas de nuestro instituto. Con no pocas dificultades al comienzo, pues carecíamos de medios físicos, productos químicos, bibliografía científica que abordara las aventuras del ingenioso hidalgo, y escaso tiempo para preparar e insertar las actividades en el horario escolar, esperábamos que la imaginación y la locura que iluminó a Don Quijote nos guiara a nosotros también, ¡y así fue!, las aventuras de don Quijote acabaron encajando en el desarrollo de nuestro temario referente a newtons, a cationes, a estratosferas y a colesterol.

Una vez diseñadas las primeras actividades, antes de llevarlas a cabo en el laboratorio, decidimos sondear los ánimos y la predisposición de los alumnos. Se les informó que, desde nuestras asignaturas, también íbamos a celebrar el 400 aniversario del Quijote a lo largo del curso, y, he aquí que nos sacudió la primera aspa de molino en forma de pregunta/protesta, "*¿Qué tiene que ver el Quijote con los profes de Química y de Biología?*". Y después vino otra, "*¡Eso es un "maske" profe!*", y siguieron lloviendo aspas, "*¿De qué va lo del Quijote profe, eso es lo de los carnavales de Las Palmas?*". Era evidente que no iba a ser fácil celebrar el cumpleaños del hidalgo. Además, ningún alumno era capaz de relatarnos algún acontecer del caballero andante e incluso muchos no sabían

ni quién era. La respuesta casi diaria en el aula de *"Todo tiene relación con todo, sólo hace falta conocimientos e imaginación para encontrar esa relación"*, frente a la casi diaria pregunta de los alumnos de: *"¿A mí para qué me sirve esto profe?"*, se convirtió en nuestro Rocinante para poder avanzar entre la reticencia e incredulidad inicial.

Realizamos una serie de prácticas y ejercicios de cálculo basados en capítulos diferentes de la novela, sumergiéndonos en cuestiones de Cinemática, Dinámica, Análisis químico, Método Científico, etc. El nivel académico en 3º y 4º de la E.S.O. limita y obliga a realizar una serie de consideraciones restrictivas a la hora de abordar las actividades, no podemos ser demasiado exigentes. No era nuestra intención desmenuzar hasta niveles atómicos las aventuras del Quijote, sino encontrar una forma diferente y divertida, ¿por qué no?, de aplicar algunos contenidos impartidos en el área de Física y Química y Biología y Geología, a la vez que realizar una lectura diferente a las tradicionales de la novela de Cervantes.

No nos es posible reproducir en este trabajo por su limitada extensión todo lo acontecido en estos meses, ni los procedimientos experimentales completamente detallados (a su disposición si lo requieren), ni los diversos comentarios de los alumnos ante los capítulos leídos, ni las sorpresas frente a los resultados obtenidos en cada experiencia, ni los fracasos al no poder calcular y reproducirlo todo fielmente, ni las risas que provocaban las aventuras del Quijote, ni las numerosas preguntas a las que fuimos sometidos por los alumnos de otros niveles ante lo que se estaba haciendo con corazones de cerdo o el porqué del olor a romero en el Centro, etc. Sin embargo, sí queremos destacar un fragmento de un capítulo de nuestra particular historia *"El del buen suceso que los profes tuvieron en la agradable y jamás imaginada aventura de los "molinos de viento", con otros sucesos dignos de felice recordación"*, donde un grupo de alumnos nos cuentan un día que han visto anunciado en televisión la emisión de una serie sobre don Quijote. Nosotros,

incrédulos, como ellos al principio de nuestra historia, dudamos de que frente a otra oferta televisiva la eligieran. Al día siguiente nos buscaron y protestaron amargamente porque lo visto no coincidía con lo leído. Era la primera vez que, en cinco años de docencia, oíamos que un libro vencía a la caja tonta en el pensamiento de unos alumnos. Una vez más, todo tiene relación con todo.

ACTIVIDADES:

1. ¿QUÉ ES LO QUE PASA CUANDO SE CONSUMEN DEMASIADOS HUEVOS?

A partir del capítulo "*De lo que pasó don Quijote con su escudero, con otros sucesos famosísimos*", los alumnos localizaron el fragmento en el que aparece la cantidad de huevos que el ama usa para intentar volver en sí a don Quijote: seiscientos. No se indica el intervalo de tiempo en el que los consume don Quijote. Sin embargo, los alumnos, basándose en la lectura, dedujeron que se extiende desde su llegada de la segunda salida hasta la salida de la tercera. Se obtuvo la información en "*El calendario del Quijote*" de la obra de don Vicente de los Ríos de 1780. En él se indica que la estancia en la aldea abarca desde el 3 de Septiembre hasta el 2 de Octubre, es decir, 29 días para consumir los 600 huevos. Si consideramos una cierta regularidad en su consumo, don Quijote ingirió 20,68 huevos al día. Los objetivos de la práctica fueron ambiciosos:

- realizar de un análisis químico del huevo, la detección de la presencia de lípidos, glúcidos y proteínas en la clara y en la yema.
- calcular las cantidades de distintas sustancias (proteínas, minerales, vitaminas, etc.), ingeridas con los 600 huevos a partir de una tabla que se les suministra.

- determinar las calorías que suministran los 600 huevos.

HUEVOS DE GALLINA (100 g de porción)		
Agua	75.2	g
Energía	669	kJ
Nitrógeno protéico	1.93	g
Hidratos de Carbono	0.68	g
Lípidos totales	12.1	g
Ácidos grasos saturados	3.3	g
Colesterol	4.9	g
Calcio	1.8	g
Magnesio	410	mg
Hierro	56.2	mg
Iodo	12.1	mg
Zinc	2.2	mg
Vitamina B1	12.7	mcg
Vitamina B12	2.0	mg
Vitamina B6	0.11	mg
Vitamina C	2.1	mcg

- elaborar una tabla con las comidas que realizaba don Quijote y su aportes calóricos, proteínicos y vitamínicos, analizado los déficit alimentarios que detecten.

- buscar en la bibliografía o en internet las consecuencias biológicas del consumo excesivo de huevos.

2.¿MOLINOS?, INO MI SEÑOR DON QUIJOTE, ASTEROIDES!

El alumnado asociaba la figura de don Quijote a lo viejo y arcaico. Con esta actividad se pretendía que conocieran que la tecnología de las misiones espaciales también se inspira en las aventuras del hidalgo. La desigual lucha entre don Quijote y los gigantes que parecían molinos, inspira nuevas aventuras en el siglo XXI. Don Quijote ya conocía el espacio a lomos del caballo mágico Clavileño; esta vez ambos lucharán contra asteroides que potencialmente pueden destruir la Tierra. En el año 2002 científicos españoles diseñaban una misión espacial para la ESA, cuyo objetivo era desviar un asteroide altamente peligroso. El nombre escogido: misión de Don Quijote; se lanzarían dos sondas espaciales llamadas Hidalgo y Sancho a un asteroide lejano. Una de las sondas impactaría con el asteroide a una altísima velocidad, provocando un cambio de su órbita, y la otra sonda suministraría los datos del impacto y las consecuencias del mismo. La ciencia-ficción recreada en la película Deep Impact se hace realidad.

Una vez elegido el asteroide y tras un viaje espacial de varios meses, la sonda Hidalgo chocará contra él a una velocidad cercana a 10 km/s, y la sonda Sancho medirá y transmitirá a la Tierra el cambio de fracciones de milímetros en la órbita del asteroide. Los alumnos, tras oír esta serie de comentarios, buscaron información en internet para contestar a una serie de preguntas sobre los asteroides (definición, concepto de trayectoria, etc), su influencia en la desaparición de los dinosaurios y por último localizaron los datos necesarios (masa y su velocidad) para la resolución de un problema de choque elástico entre la sonda Hidalgo y un asteroide elegido por cada uno. Además debían calcular el tiempo que tardaría la señal de Sancho en llegar a la Tierra, viajando a la velocidad de la luz, para el asteroide elegido por el alumno.

3.¿TENÍA POSIBILIDAD DE NO GOLPEARSE CONTRA EL ASPA DEL MOLINO?

Comenzamos con la lectura de la aventura: *"Del buen suceso que el valeroso don Quijote tuvo en la espantable y jamás imaginada aventura de los molinos de viento, con otros sucesos dignos de felice recordación"*. ¿Es posible que en el enfrentamiento de don Quijote con el molino éste saliera ileso, que no le golpeará ningún aspa? Se extrajeron los siguientes fragmentos fundamentales para abordar con éxito la cuestión:

...Levantóse en esto un poco de viento y las grandes aspas comenzaron a moverse, lo cual visto por Don Quijote, dijo: pues aunque mováis más brazos que los del gigante Briareo, me lo habéis de pagar ...Y en diciendo esto, y encomendándose de todo corazón a su señora Dulcinea, pidiéndole que en tal trance le socorriese, bien cubierto de su rodela, con la lanza en ristre, arremetió a todo el galope de Rocinante, y embistió con el primer molino que estaba delante; y dándole una lanzada en el aspa, la volvió el viento con tanta furia, que hizo la lanza pedazos, llevándose tras sí al caballo y al caballero, que fue rodando muy maltrécho por el campo

Cervantes no detalla el encuentro lo suficiente para aplicar directamente los conocimientos de Cinemática que tienen los alumnos, por lo que es necesario realizar una serie de suposiciones lo más cercanas a la realidad. Los siguientes datos los obtienen de las webs dedicadas a los molinos del Campo de Criptana y de una guía de caballos:

- La velocidad lineal a la que giran las aspas (cuatro) es $v = 4\text{m/s}$.
- La longitud del aspa es 5 m y su ancho 1,70 m y la mínima distancia al suelo cuando giran es de 1,50 m.
- La velocidad de un caballo a paso lento es de $2,2\text{m/s}$, al trote es de $11,1\text{m/s}$ y a galope de $16,6\text{m/s}$.
- La altura a la que impacta la lanza es 2,50 m.

Los alumnos calculan por geometría el ángulo barrido por un aspa en movimiento descendente y ascendente, cuya altura es de 2,5 m del suelo, 1,28 radianes. La velocidad angular se obtiene de la expresión $v = w.R$, $0,8 \text{ rad/s}$, es decir, el aspa durante 1,60 s de los 7,85 s que tarda en dar una vuelta está en el área de impacto con la lanza de don Quijote. Después del paso del primer aspa vendrán las otras tres, por tanto el tiempo en el que la zona de impacto está libre es de 0,36 s. Haciendo uso de las expresiones de la velocidad final y del espacio recorrido resolvieron la cuestión: para determinadas distancias don Quijote podría haberse librado del golpe.

4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL YELMO DE MAMBRINO

Al iniciar este análisis se les preguntó a los alumnos si conocían lo que era un yelmo, ninguno respondió. Ignoraban también si Mambrino era un lugar o una persona. Después de la lectura del capítulo "*Que trata de la alta aventura y rica ganancia del yelmo de Mambrino, con otras cosas sucedidas a nuestro invencible caballero*", muchos quedaron sorprendidos al identificar el "casco" con el que habían visto a don Quijote con una bacinilla de barbero. Era necesario para investigar la composición química del yelmo, que, según don Quijote era de oro y según Sancho de azófar, la búsqueda previa de lo que era *azófar*. Encontramos el término en un diccionario de la Biblioteca del Centro, era latón. A continuación se les suministró una tira de latón, lo abrillantaron con un limpiametales y lo mojaron. Salimos al patio y comprobamos todos cómo los reflejos del sol hacían que brillase de forma similar al oro, cómo lo habría visto don Quijote en la cabeza del barbero. El

análisis químico de la aleación se dividió en dos, un análisis cualitativo y un análisis cuantitativo. El análisis del material del yelmo sirvió para introducir a los alumnos en el análisis químico, sus tipos, diferentes reacciones químicas, la atención a la hora de realizar las medidas de volumen, los cálculos matemáticos posteriores, etc. Básicamente el latón consiste en una aleación de cobre y cinc, aproximadamente 65% de cobre y 35% de cinc. Las determinaciones se realizaron mediante dos técnicas volumétricas: de complejación y redox. En principio se determinan ambos metales juntos, utilizando EDTA como valorante. Posteriormente se determina sólo el cobre, mediante una iodometría utilizando tiosulfato de sodio como valorante. Por diferencia, se obtiene el porcentaje de cinc. El procedimiento experimental es demasiado extenso para reflejarlo en este trabajo, además de considerar que no es el objetivo del concurso los pormenores químicos sino la actividad en sí.

5. ELABORACIÓN DEL BÁLSAMO DE FIERABRÁS

Comienza la práctica de laboratorio con la lectura del capítulo *"Donde se prosiguen los innumerables trabajos que el bravo Don Quijote y su buen escudero Sancho Panza pasaron en la venta, que por su mal pensó que era castillo"*. Se instruyó previamente a los alumnos, indicándoles la necesidad de destacar los fragmentos importantes para la posterior elaboración del bálsamo. Una vez facilitadas estas instrucciones, los alumnos escogen los siguientes extractos del capítulo, basándose en los razonamientos que se señalan:

NOS INFORMA DE LA CANTIDAD FABRICADA:... y así se bebió de lo que no pudo caber en la alcuza, y quedaba en la olla donde se había cocido casi media azumbre...

NOS INFORMA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA :...Levántate, Sancho, si puedes, y llama al alcaide desta fortaleza, y procura que se me dé un poco de aceite, vino, sal y romero, para hacer el salutífero bálsamo...

NOS INFORMA DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:...En resolución, él tomó sus simples, de los cuales hizo un compuesto mezclándolos todos y cociéndolos un buen espacio hasta que le pareció que estaban en su punto. ..

Los alumnos manifiestan acertadamente la imposibilidad de fabricar el Bálsamo con esta escueta información, donde no se indican las proporciones en las que deben mezclarse los

compuestos. Por tanto, se les facilitan datos obtenidos de la obra de Agustín Redondo

"Otra manera de leer el Quijote" (Ed. Castalia):

...Sancho estima que la onza de bálsamo se podría vender a mas de dos reales y don quijote piensa que "con menos de tres reales se pueden hacer tres azumbres". El azumbre es una medida de vino que equivale aproximadamente a 2 litros de vino. La onza al contrario es una medida de peso utilizada exclusivamente para la venta de especias y se corresponde a unos 28 g. Es decir que de 3 azumbres de bálsamo -no sería éste mas ligero que el agua- se sacarían por lo menos 215 onzas o sea más de 430 reales.

Así, los alumnos calculan la densidad del Bálsamo, considerando que 3 azumbres equivalen a 6 litros (6000 mililitros) y que 215 onzas se corresponden a 6020 gramos. La densidad es la masa dividida por el volumen, es decir, $6020/6000 = 1,0033$ g/ml. Este resultado les confirma que el Bálsamo es más denso que el agua desionizada, cuya densidad conocen y es igual a 1 g/ml. De los cuatro componentes necesarios para la fabricación del ungüento, se pide a los alumnos que identifiquen cuáles influirán más en el resultado final de la densidad del bálsamo. Responden que el aceite (disminuye la densidad) y la sal (aumenta la densidad) utilizando los conocimientos impartidos en el aula. Una vez sintetizadas todas nuestras limitaciones dividimos la clase en diez grupos. Cada uno de ellos mezclará una cantidad diferente de vino tinto, aceite de oliva, sal y romero. Se calentó la mezcla hasta que no se apreciaron cambios en su aspecto. Al inicio, los alumnos aprecian la aparición de espuma, debido a la formación de una emulsión entre el vino y el aceite; el color era rojizo que tornó a parduzco al final. Se calentó la mezcla hasta que no se apreciaron cambios en el aspecto. Filtraron y midieron la densidad de cada una de las mezclas, para ello se les explicó el funcionamiento y uso de un densímetro. En el transcurso del procedimiento experimental los alumnos refuerzan conocimientos al observar las propiedades de una mezcla, los tipos de mezcla, la formación de una emulsión, la aparición de fase orgánica y acuosa, la decantación, los métodos de separación de componentes como la filtración. El olor y el aspecto del producto obtenido hizo dudar a los alumnos de los conocimientos médicos de Don Quijote y entendieron el malestar que le produjo a Sancho su ingestión.

6. ¿EL ASCENSO A LOMOS DE CLAVILEÑO PROVOCARÁ EL ADELGAZAMIENTO DE SANCHO?

Las prodigiosas aptitudes de Clavileño protagonizan esta actividad que, como anteriormente, comenzó con la lectura del capítulo "De la venida de Clavileño, con el fin desta dilatada aventura". Se solicitó la atención de los alumnos en el siguiente fragmento:

... Sancho, que ya debemos de llegar a la segunda región del aire, adonde se engendra el granizo, las nieves; los truenos, los relámpagos y los rayos se engendran en la tercera región, y si es que desta manera vamos subiendo, presto daremos en la región del fuego, y no sé yo cómo templar esta clavija ...

Se les explica que lo que relata Cervantes es la ascensión del caballo y de los jinetes por las distintas capas de la atmósfera. La cuestión que se les planteó es si Sancho aumentará o disminuirá de peso al cruzar dichas capas. Para resolverla tendrán que hacer uso de la Ley de Gravitación Universal, de una serie de datos, como es el radio de la Tierra, y de la siguiente tabla:

Peso de un cuerpo es la fuerza que la Tierra ejerce sobre él.

$\text{Peso} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \text{Masa de la Tierra} \times \text{Masa de Sancho} / (\text{distancia(m) Sancho - centro de la Tierra})^2$

"La fuerza de atracción entre dos masas es directamente proporcional a su producto e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia existentes entre sus centros."

CAPA	LÍMITE
TROPOSFERA	18 km
ESTRATOSFERA	50 km
MESOSFERA	80 km
EXOSFERA	9.600 km

Los alumnos comprueban la diferencia entre las magnitudes: masa y peso.

7. ¿QUÉ FUERZA ES NECESARIA PARA SUBIR A DON QUIJOTE?

Una vez leído el capítulo "Donde se da cuenta de la grande aventura de la cueva de Montesinos, que está en el corazón de La Mancha, a quien dió felice cima el valeroso Don Quijote", se destacan los siguientes fragmentos:

... En viéndola, se apearon el primo, Sancho y Don Quijote, al cual los dos le ataron luego fortísimamente con las sogas, y en tanto que le fajaban y ceñían... "Iba Don Quijote dando voces, que le diesen sogas y más sogas, y ellos se la daban poco á poco; y cuando las voces, que acanaladas por la cueva salían, dejaron de oírse, ya ellos tenían descolgadas las cien brazas de sogas... pues no le podían dar más cuerda; con todo eso, se detuvieron como una hora, al cabo del cual espacio, volvieron á recoger la sogas con mucha facilidad y sin peso alguno, señal que les hizo imaginar que Don Quijote se quedaba dentro; y creyéndolo así Sancho, lloraba amargamente, y tiraba con mucha priesa, por desengañarse; pero llegando, á su parecer, á poco más de las ochenta brazas, sintieron peso..."

Los alumnos construyen un dispositivo que represente el ascenso de don Quijote por parte de Sancho y el primo. Por extrapolación gráfica calculamos la fuerza con la que tuvieron que tirar. El procedimiento experimental consistió en colocar una serie de masas en un extremo y medir la fuerza con un dinamómetro en el tramo horizontal, teniendo en cuenta que la velocidad de recogida de la cuerda era constante -se utiliza un pequeño motor a velocidad constante- y que la cuerda es inextensible y de masa despreciable; también suponemos que el contacto con el suelo es mediante una piedra que provoca rozamiento. Los alumnos deben resolver experimentalmente un clásico problema de Dinámica.

8."DINÁMICO" MANTEAMIENTO DE SANCHO POR LA DEUDA DE SU SEÑOR

La situación que vive Sancho a causa de la deuda de su señor, permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos sobre las leyes de la Dinámica de Newton. Después de la lectura del capítulo se extraen los fragmentos siguientes:

... se hallasen cuatro perales de Segovia, tres agujeros del potro de Córdoba, y dos vecinos de la heria de Sevilla, ...se llegaron a Sancho, y apeándole del asno, uno dellos entró por la manta de la cama del huésped, y echándole en ella alzaron los ojos y vieron que el techo era algo más bajo de lo que habían menester para su obra y determinaron salirse al corral, que tenía por límite el cielo, y allí puesto Sancho en mitad de la manta, comenzaron a levantarla en alto y a holgarse con él como un perro por carnastolendas. ...Vióle bajar y subir por el aire con tanta gracia y presteza...

Los alumnos, entre risas, representan el hecho "manteando una pelota". Destacan que se facilita la acción si se distribuyen homogéneamente a lo largo de la manta y ejercen fuerza al mismo tiempo. Con estos apuntes realizan un estudio sobre las fuerzas que intervienen en el manteamiento de Sancho. Las suposiciones que se hacen para este tratamiento son que Sancho tenía una masa de 80 Kg, que el ángulo con el que estiran la manta antes de iniciar la ascensión es de 30° y que en ese instante está en reposo. Se cumple la condición de equilibrio estático: la suma total de las fuerzas que actúan sobre él es nula. El cálculo se realiza por descomposición de las fuerzas aplicadas sobre el centro de la manta: el peso

de Sancho eje z, y las nueve tensiones que ejercen los manteadores, separadas homogéneamente y con un ángulo de 30° con respecto a la horizontal.

9. ANÁLISIS GRÁFICO Y CÁLCULOS DEL MOVIMIENTO DE DON QUIJOTE

Don Quijote se tiene más que merecido el título de *caballero andante*. Los alumnos entraron en la web oficial de la Junta de Castilla-La Mancha y observaron las rutas seguidas en las tres salidas que relata Cervantes. Se les suministró los siguientes datos de espacio tiempo de la primera salida, extraídos del libro "*Geografía Cervantina*" de Diego Perona, Ed. Paisajes.

ETAPA	DISTANCIA RECORRIDA (Km)	TIEMPO EMPLEADO (Horas)
Esquivias-Venta de Yuncler	15	16
Estancia en la venta	0	8
Venta Yuncler-Alameda de la Sagra	11	4
Alameda de la Sagra-Río Tajo	2,6	1,5
Río Tajo-Encrucijada	2,2	1
Encrucijada-Av. de los sederos	2,6	1,5
Av. de los sederos-Encrucijada	2,2	1
Encrucijada-Río Tajo	4	1,5
Río Tajo-Esquivias	11	6,5

Además, se les comunicó que en las dos primeras salidas recorrió 600 Km en 19 días y en la tercera 2700 Km en 87 días, teniendo ellos que calcular, sin olvidar el tiempo supuestamente empleado en comer y dormir, la velocidad media en m/s en cada salida.

Con estos datos se les pidió :

- Construir las gráficas: Espacio-tiempo, Velocidad-Tiempo y Aceleración-Tiempo.
- Calcular la velocidad media en cada tramo.
- Calcular el desplazamiento y el recorrido de don Quijote.

10.LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA: DON QUIJOTE CONTRA LOS ODRES DE VINO

La lectura del capítulo *"Que trata de la brava y descomunal batalla que Don Quijote tuvo con cueros de vino, y se da fin a la novela del curioso impertinente"*, nos permitió tratar la Mecánica de Fluidos. En un odre el vino ejerce una fuerza perpendicular a las paredes del recipiente. La fuerza evidentemente será mayor a medida que la altura del vino aumenta. El efecto es perfectamente explicable por la ecuación que relaciona la presión con la altura: $\text{Presión} = \text{altura} \times 9,8 \times \text{densidad}$. Tras la lectura del capítulo pasamos a la comprobación experimental del efecto. Reproducimos en el laboratorio la escena de don Quijote agujereando los odres, pero en este caso los odres serían grandes bolsas de basura y el vino sería sustituido por agua. Los alumnos colocaron la bolsa junto a una regla y pincharon con su "espada" diferentes alturas, pudiendo observar los diferentes alcances de los chorros que salían por los agujeros: los de menor altura tenían mayor alcance. A continuación calcularon, a partir de la expresión anterior, las presiones para las distintas alturas.

11.EL CORAZÓN DE DURANDARTE Y EL MÉTODO CIENTÍFICO

En el capítulo XXIII, 2ª parte, en la profunda cueva, Montesinos narra a don Quijote cómo le sacó el corazón (de dos libras de peso) a su amigo Durandarte, y cómo lo conservó (*"eché un poco de sal en (su) corazón, porque no oliese mal, y fuese, si no fresco, a lo menos amojamado"*) para poder mostrárselo a la señora Belerma.

Nos pareció un punto de arranque magnífico para estudiar el método científico (hipotético-deductivo), que comprende varias etapas: observación, pregunta, hipótesis, experimento(s), resultados y formulación de modelos y teorías.

Así, nuestros alumnos se cuestionaron si realmente el frío de una cueva y un poco de sal eran requisitos suficientes y reales para conservar un corazón. Se tomaron 6 corazones de

cerdo (muy similares a los humanos: "xenotrasplantes"), se diseccionaron para estudiar sus cavidades y repasar el aparato circulatorio, y se procesaron como sigue: tres se mantuvieron a temperatura ambiente - uno sin sal, otro a media sal y otro totalmente cubierto de sal; los otros tres se procesaron de igual manera, pero se conservaron en frío. Ahora ya sólo restaba observar, interpretar resultados y concluir. ¡Cuál fue la sorpresa de los chicos cuando comprobaron lo pronto que se descomponían los corazones a temperatura ambiente, y el consecuente hedor que desprendían, frente al relativamente buen estado que mostraban los refrigerados y conservados con sal!

También se determinó la masa del órgano y se observó el músculo cardíaco con el microscopio óptico.

12. ¡SI DON QUIJOTE VISITARA AL ODONTÓLOGO!

En el capítulo XVIII, 1ª parte, se narra el enfrentamiento del hidalgo caballero con los rebaños de ovejas y cómo, tras recibir sendos impactos de guijarros en la boca por parte de los pastores, perdió muelas tal que *"en esta parte de abajo no tiene (...) más de dos muelas y media, y en la de arriba, ni media, ni ninguna"*.

Se encauzó a los alumnos a investigar qué dientes constituyen la dentición definitiva y la de leche, qué papel desempeña cada uno (incisivos, caninos, premolares y molares), cómo comparan éstos con la dentadura de los roedores, felinos y rumiantes. Igualmente se les exigió que describieran la preparación del proceso digestivo que acontece en la boca: masticación, insalivación y deglución.

Don Quijote es el primero en reconocer la importancia de los dientes: *"... la boca sin muelas es como molino sin piedra, y en mucho más se ha de estimar un diente que un diamante"*. ¿Por qué afirmaba esto el caballero andante? Más adelante Sancho lo llamó el *Caballero de la Triste Figura* porque *"verdaderamente tiene vuestra merced la más mala*

figura (debido) ya el cansancio deste combate o ya la falta de las muelas y los dientes". El siguiente paso consistió en indagar en internet las enfermedades más comunes de la cavidad bucal: caries, gingivitis,...

Y tres preguntas más: ¿cuánto dolor debió de sufrir el hidalgo? ¿Es creíble que no se le hubiera caído ninguna muela y que jamás hubiera tenido caries? ¿Cómo incide una mala higiene bucal en la salud del individuo en general? Por supuesto, este último aspecto se consideró de importancia capital.

13. ¿QUÉ ENFERMEDAD PADECÍA DON QUIJOTE?

Es evidente que las aventuras y desventuras de nuestro caballero andante no caben en el de una persona cuerda, lo que evidencia un desajuste mental.

Los alumnos se vieron ante todo un proyecto de investigación en el que con ayuda de libros y sobre todo de las nuevas tecnologías como internet -afortunadamente disponemos de un aula MEDUSA convenientemente dotado de ordenadores conectados a la red-, debían de averiguar de qué enfermedad en concreto estaba aquejado el hidalgo caballero.

La empresa resultó bastante compleja. Hubo que trabajar las diferentes causas (problemas genéticos, trastornos orgánicos, funcionales o fisiológicos, problema cerebral durante el parto, problemas ambientales, problemas seniles, drogas, accidentes y lesiones cerebrales). También se indagó en tres grandes grupos: el retraso mental, las enfermedades psicóticas (esquizofrenia, paranoia, psicosis maníaco-depresiva) y las neuróticas (cambios bruscos de carácter, fobias, miedos y pánico, angustia, histeria, estrés, depresión, hipocondría,...). Para completar el estudio, no quisimos dejar atrás enfermedades tan en boga como el Alzheimer o el mal de Parkinson. Finalmente concluimos que probablemente Don Quijote padeció una esquizofrenia paranoide, y dada su etiología, dudamos de que fuera posible que el hidalgo caballero recuperara el juicio poco antes de

morir. Por último, resaltar que este estudio sirvió para concienciar al alumnado del elevado número de pacientes aquejados de alguna enfermedad mental, así como de la importancia de rechazar las drogas y llevar una correcta salud mental.

14. SANCHO, EL PRIMER ASTRONAUTA ESPAÑOL

Antes de Julio Verne, ya Cervantes había predicho la salida al espacio de los seres humanos. ¡El primer astronauta español no es Pedro Duque sino Sancho!! Pero ¿hasta dónde llegó el fiel escudero de don Quijote? De la lectura del capítulo en el que se narra la aventura a lomos del caballo Clavileño seleccionamos el siguiente fragmento:

–Yo, señora, sentí que íbamos, según mi señor me dijo, volando por la región del fuego, y quise descubrirme un poco los ojos, pero mi amo, a quien pedí licencia para descubrirme, no la consintió; mas yo, que tengo no sé qué briznas de curioso y de desear saber lo que se me estorba y impide, bonitamente y sin que nadie lo viese, por junto a las narices aparté tanto cuanto el pañizuelo que me tapaba los ojos, y por allí miré hacia la tierra, y parecióme que toda ella no era mayor que un grano de mostaza, y los hombres que andaban sobre ella, poco mayores que avellanas; porque se vea cuán altos debíamos de ir entonces.

Después de medir el diámetro de un grano de mostaza, 0.004 m, los alumnos haciendo uso del Teorema de Tales calcularon la distancia a la que tenía que estar Sancho de la Tierra (diámetro=12740 Km) para que la observase del tamaño del grano de especia. El resultado fue de 3.185.000 Km. Además de este cálculo, determinaron la fuerza de atracción que ejercía la Tierra sobre Sancho a esta distancia y buscaron información acerca de la posición en el espacio que representaba esta distancia.

15. EL MOVIMIENTO OBLICUO DEL BARCO ENCANTADO

Otra de las actividades propuestas fue la creación de un problema por parte del alumnado a partir de la lectura de un capítulo. El escogido fue el que relata la aventura del barco encantado. Reproducimos uno de los problemas inventados por un alumno:

Don Quijote y Sancho quieren intentar cruzar el Ebro en un día en que la corriente del agua lleva una velocidad de 4,7 m/s con una barca a remos, Sancho es capaz de mover la barca en aguas tranquilas a una velocidad máxima de 2,4 m/s. Calcula a qué punto de la otra orilla llegará si cruza el río por una zona en la que tiene 60 m de anchura. ¿Cuánto se desplazaron con la barca en ese caso?

16. DE CÓMO D. QUIJOTE VENCIO A LOS GIGANTES MÁS CHICOS

¿Es probable que Don Quijote saliera indemne de las continuas luchas en que se batió ante los microorganismos a que fue expuesto? ¿En qué estado debía de estar su sistema inmune? ¿A qué bacterias pudo estar expuesto cuando el vizcaíno "(...) le acertó (...), llevándole (...) la mitad de la oreja (cap. I, 9)? Probablemente, *C. tetani*. ¿Cuál sería el agente etiológico responsable de la infección que debió contraer cuando perdió tantas muelas y dientes (cap. I, 18)? *P. gingivalis*, *S. mutans*.

No solo están las heridas abiertas, sino también las innumerables heridas internas resultantes de la caída en la lucha con los molinos (cap. I, 8), las peleas en las ventas, la embestida contra las ovejas (cap. I, 18), etc. ¿Y la higiene? Esto a su vez agravado por el fuerte calor y la escasa agua y vegetación del verano. Por si no fuera poco, sumémosle el cansancio, el poco y mal dormir y comer y su historial médico: estuvo enfermo de los riñones en su juventud (cap. I, 18).

Los alumnos investigaron el sistema inmunológico de los ancianos, porque don Quijote, a sus 50 años, lo era teniendo en cuenta la esperanza de vida en 1600, en torno a 45 años. Se abordaron las enfermedades más comunes de la época: tétanos, gripe, micosis, sífilis, tifus, viruela, malaria y peste bubónica. Las últimas se prodigaron debido a la fuerte sequía de aquella época. Se profundizó en el estudio de las barreras defensivas específicas e inespecíficas del cuerpo humano: piel, mucosas, macrófagos, granulocitos, monocitos, linfocitos B y T y anticuerpos. También se trabajaron los hábitos de salud. Por último, se identificó a la peste bubónica como causante de la *calentura pestilente* que mató al caballero cuyo cuerpo llevaban desde Baeza a Segovia (cap. I, 19).

17. "DON QUIJOTE NOS EXPLICA LA TERCERA LEY DE NEWTON"

La primera salida tiene un final triste. Don Quijote, engañado, es conducido en una jaula montada en un carro hasta su aldea. Desde su cárcel móvil, con un salto en el tiempo y sabiendo de su afición a las Ciencias, explica a los alumnos en una serie de transparencias una pequeña pero complicada parte de la Mecánica de Newton. Reproducimos el texto:

La tercera ley es la más complicada de aplicar puesto que en ella siempre intervienen dos cuerpos. El primer paso para la resolución de problemas es dibujar un esquema sencillo en el que aparezcan todas las fuerzas que se están ejerciendo sobre el sistema, teniendo en cuenta que cada fuerza de "acción" que ejerce un cuerpo genera una fuerza de "reacción" de igual módulo y sentido opuesto en el OTRO cuerpo.

Estas fuerzas de acción y reacción NO se equilibran, es decir, su suma NO es cero porque se están aplicando sobre cuerpos distintos. Es importantísimo comprender esto último porque, aunque se dibujen bien las fuerzas que actúan sobre el sistema si se aplica la primera ley de Newton $\sum F = m \cdot a$ a todo el sistema obtendremos que la suma de todas las fuerzas, y por tanto la aceleración, es cero. Un ejemplo es un sistema compuesto por un carro atado a un caballo: ambos cuerpos están unidos pero son independientes. El caballo tira del carro y ejerce sobre éste una fuerza T hacia adelante, el carro responde con una fuerza T' hacia atrás sobre el caballo. Si sólo tenemos en cuenta estas dos fuerzas, $T + T' = 0$, es decir, el carro no se mueve. Tengamos ahora en cuenta la interacción del caballo con el suelo, el caballo ejerce una fuerza hacia atrás sobre el suelo y el suelo responde con una fuerza hacia adelante, que es la fuerza de rozamiento F . Si la fuerza de rozamiento es menor que la fuerza de las patas, el caballo deslizará y no avanzará (suelo helado), si la fuerza de rozamiento es mayor que la fuerza de las patas el caballo avanzará sobre la superficie. El carro también interacciona con el suelo, hay una fuerza F'

hacia atrás como resultado del rozamiento de las ruedas con el suelo debida a la fuerza T que tira hacia adelante. La condición para que el sistema carro-caballo se mueva hacia adelante es que F sea mayor que F' . Si el caballo tira de un objeto de la misma masa que el carro pero sin ruedas, la fuerza de rozamiento F' será mayor que F y el sistema no se moverá.

18. DON QUIJOTE Y LA ALQUIMIA

En los capítulos en los que se nombra la alquimia: *"De lo que le pasó a Don Quijote con su sobrina y con su ama"* y *"De lo que sucedió a don Quijote con un discreto caballero de la Mancha"*, extraemos estos fragmentos:

(...)Ni todos los que se llaman caballeros lo son de todo en todo: que unos son de oro, otros de alquimia, y todos parecen caballeros, pero no todos pueden estar al toque de la piedra(...)

(...) Ella es hecha de una alquimia de tal virtud, que quien la sabe tratar la volverá en oro purísimo de inestimable precio; hala de tener, el que la tuviere, a raya, no dejándola correr en torpes sátiras ni en desalmados sonetos(...)

Se les explico a los alumnos las características de la alquimia como precursora de la química y su afán por convertir el plomo en oro. Como actividades complementarias se les proporcionó información acerca de la contaminación del río Amazonas por los residuos de mercurio vertidos por los buscadores de oro en el procesado de las pepitas. Realizamos una práctica de laboratorio consistente en la obtención de la llamada *lluvia de oro*, una forma alotrópica del yoduro plumboso a partir de yoduro potásico y cloruro plumboso.

19. DON QUIJOTE UN PRECURSOR DEL GPS

Las virtudes cinemáticas del caballo Clavileño ya han sido tratadas anteriormente en otras actividades. Esta vez se utiliza el fragmento del capítulo *"De cosas que atañen y toca[n] a esta aventura y a esta memorable historia"*.

(...) De allí le ha sacado Malambruno con sus artes, y le tiene en su poder, y se sirve dél en sus viajes, que los hace por momentos, por diversas partes del mundo, y hoy está aquí y mañana en Francia y otro día en Potosí; y es lo bueno que el tal caballo ni come, ni duerme ni gasta herraduras, y lleva un portante por los aires, sin tener alas, que el que lleva encima puede lleva[r] una taza llena de agua en la mano sin que se le derrame gota, según camina llano y reposado; por lo cual la linda Magalona se holgaba mucho de andar caballera en él (...)

Los alumnos deben calcular la distancia entre lugar donde se encuentra el Quijote con respecto a París y Potosí. Para ello, se les proporciona un mapa a escala, explicándoles que deben hacer uso de la latitud y la longitud de dichos lugares. Una vez calculada la distancia, determinarán la velocidad de cruce de Clavileño.

20. CERVANTES EN NÁPOLES

Nuestra última experiencia es un recuerdo al autor de la novela, don Miguel de Cervantes. A los alumnos se les leyó una síntesis de su biografía, introduciendo el siguiente suceso apócrifo: *"Contó alguien de cuyo nombre no quiero acordarme, que estando don Miguel en Nápoles a las órdenes de Álvaro de Sande, para sentar plaza después, en la compañía de Diego de Urbina, del tercio de don Miguel de Moncada, bajo cuyas órdenes se embarcaría en la galera Marquesa, junto con su hermano Rodrigo, para combatir, el 7 de octubre de 1571, en la batalla naval de Lepanto, que le faltó tiempo para acercarse a la iglesia tal día como un 19 de Septiembre, para ver si era verdad aquello que contaban de la sangre del santo Genaro. Narra que después de una hora de rezo, el Arzobispo sujetaba en lo alto el frasco de cristal y plata que la contiene seca y muchos se estiraban para ver si, efectivamente, se había producido el milagro".*

El milagro consiste en la fusión de la sangre seca, dos veces al año -el 19 de septiembre, el día de la fiesta del santo, y el primer sábado de mayo. En el pasado, algún desastre sucedía cuando la sangre permanecía sólida.

Esta última experiencia se basa en la recreación del prodigio que no pudo presenciar Cervantes. Se fabricó una disolución de 25 gramos de cloruro férrico, en 100 mililitros de agua. Se añadieron gradualmente 10 gramos de carbonato cálcico, depositando esta mezcla en una bolsa cerrada. Esta bolsa se dejó en agua destilada durante cuatro días y posteriormente se colocó sobre un plato para que se fuera evaporando hasta un volumen de 100 mililitros. Una vez obtenida esta sustancia se le añadieron 1,7 gramos de cloruro sódico, sal común, y el resultado fue un líquido de color marrón oscuro. Este líquido se convirtió en gel en el plazo de una hora y tiene propiedades tixotrópicas, es decir, se volverá líquido si se le agita y permanecerá sólido si está en reposo. Se introdujo en una cápsula y ha quedado como recuerdo de las experiencias realizadas en el 400 aniversario del Quijote.

BIBLIOGRAFÍA:

Cervantes, M. : *Don Quijote de la Mancha*, Barcelona, Ed. Mondadori, 2004.

Perona, D. : *Geografía Cervantina*, Madrid, Ed. Paisajes, 1971

JUAN NAVARRO DE TUERO
Jefe del Departamento
de Biología y Geología

JOSE MANUEL RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Jefe del Departamento
de Física y Química

I.E.S. DORAMAS
Tfno. 928.610.583
Fax: 928.610.584
Correo electrónico: 35009565@gobiernodecanarias.org
Vínculo de Solís N° 6 MOYA
LAS PALMAS