

REFLEXIONES Y EJEMPLOS DE SITUACIONES DIDÁCTICAS PARA UNA ADECUADA CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS CIENTÍFICOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA

Carlos Vázquez González

Profesor de Física y Química IES Arroyo Hondo. Rota (Cádiz)

E-mail: carlosvg00@hotmail.com

RESUMEN

En este artículo empiezo discutiendo la importancia de una adecuada contextualización de los contenidos científicos que se enseñan en la escuela, con la idea de ofrecer una visión de la ciencia más próxima al entorno y a la ciudadanía y a la noción que las personas tenemos acerca del conocimiento como cultura. Con tal fin, tras analizar algunas dimensiones que entiendo deben estar presentes a la hora de contextualizar contenidos científicos, presento una serie de situaciones didácticas que, atendiendo a esas dimensiones, suelen despertar el interés de mis alumnos cuando abordamos determinados temas en clase.

Palabras claves: contextualización de las ciencias, actividades de aula, enfoque CTS, la ciencia como cultura.

INTRODUCCIÓN

"Cuando no cambia la preparación durante inmensos períodos de tiempo, las tradiciones pasan intactas a la generación siguiente. Pero cuando lo que se debe aprender cambia deprisa [...] se hace mucho más difícil saber qué enseñar y cómo enseñarlo" (Sagan, 1997).

Creo que esta afirmación de Carl Sagan, recoge en parte la situación en la que nos encontramos los profesores de ciencias cuando nos enfrentamos a una clase. Es decir, ¿qué es lo que deben aprender los alumnos sobre ciencia y cómo?

Uno de los objetivos que entiendo debe adquirir más peso en las programaciones de ciencias en la enseñanza secundaria, es conseguir que los alumnos tomen conciencia de la importancia de las aportaciones científicas tanto en nuestra calidad de vida como en el pensamiento humano. Cuando se plantea a los alumnos que citen aportaciones del ser humano al patrimonio de la humanidad, aparecen respuestas como las pirámides de Egipto, el David de Miguel Ángel, la Alhambra o cualquiera de estas manifestaciones artísticas universales. Pero, fuera del ámbito de la ciencia, casi nadie es consciente de las aportaciones de la Ciencia al patrimonio cultural y al pensamiento humano (Gutiérrez Julián, Gómez-Crespo y Martín Díaz, 2002). Estas aportaciones de la ciencia se soslayan a menudo en nuestra práctica docente, delegando esta labor en los profesores de filosofía.

En contraste a todo esto, uno de los objetivos que actualmente se considera importante en la enseñanza de la ciencia es el de hacerla llegar a todos los alumnos

como algo útil y relacionado con la vida real (Acevedo, 2004). Puesto que se trata de enseñar una ciencia escolar relevante para el ciudadano y no una ciencia erudita (Jiménez y Sanmartín, 1997; Acevedo, 2004; Blanco, 2004), creo necesario contextualizar los contenidos escolares mostrando su proceso de construcción y su importancia desde el punto de vista sociocultural y ambiental. Se trata, en definitiva, de mostrar la ciencia desde un contexto cercano a la vida de los alumnos y que pueda responder a sus necesidades; es decir, la enseñanza de la ciencia debe darse de manera contextualizada (Martín-Díaz, 2002).

Hodson (1996) sugiere la importancia de que los alumnos, no sólo aprendan ciencias, sino también acerca de las ciencias y a hacer ciencias. En relación con esto, se propone también una visión más adecuada de la ciencia en contraposición a las visiones deformadas que se suelen transmitir a través de la enseñanza (Gil, 1993). Finalmente, conviene tener presentes las nuevas tendencias en didáctica de las ciencias de abordar la educación científica desde una perspectiva más humanista, de acuerdo a los enfoques C-T-S (Ciencias-Tecnología-Sociedad) (Acevedo, 2004).

Siguiendo estos criterios y sin pretender agotar toda la gama de posibilidades, considero necesario tener en cuenta al menos tres dimensiones distintas para la idea de contextualización a la que aludo:

- i. *Contextualización histórica*, como forma de mostrar cómo y por qué surgen las ideas y teorías científicas, frente a la visión aporosa que suele presidir la enseñanza de las ciencias la mayoría de veces.
- ii. *Contextualización metodológica*, como forma de incidir no sólo en los contenidos como objetos terminales, sino también en las formas bajo las que éste puede generarse, en oposición a la visión dogmática y de sentido común que suele ofrecerse a través de una ciencia acabada y prefabricada de la que el alumno es un mero receptor y consumidor.
- iii. *Contextualización socio-ambiental*, como forma de ver la utilidad de la ciencia en nuestro entorno y en nuestro modo de ver el mundo y de interactuar con él, frente a la visión teoricista y descontextualizada que concibe la ciencia como algo puramente abstracto y sin relación con la realidad circundante.

Al objeto de ilustrar estas perspectivas, a continuación se ofrecen tres ejemplos de situaciones didácticas que suelo plantear en mis clases para despertar el interés de los alumnos desde una orientación más contextualizada de las ciencias en línea con las dimensiones de las que venimos hablando.

CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA: EL PRINCIPIO DE INERCIA, COMO EJEMPLO DE INCLUSIÓN DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Para conseguir mostrar la ciencia como un logro humano, en el sentido de que ha sido realizado con el esfuerzo de personas que se han sacrificado y que incluso sufrieron por ello pagando hasta con su vida, no debemos mostrarla descontextualizada de la época en que se elabora un nuevo conocimiento científico. Con esto se pretende dar la

imagen de que los científicos son personas que han vivido en un momento histórico, que les ha influido, y en el que han participado de manera notable en muchos casos. Es importante destacar qué supuso una idea en su época y qué aportó. Con ello se pretende mostrar el trabajo de los científicos en interacción con su momento de la historia, ya que, a veces, se transmite la imagen de que los que se dedican a la ciencia viven apartados de la sociedad en la que viven y que su trabajo es ajeno a ella. La reflexión que hace Fernando Savater en su libro "Las preguntas de la vida", sobre la implicación de la ciencia en la concepción que el ser humano ha tenido de sí mismo a lo largo de la historia, describe perfectamente esta interconexión; destacando tres momentos de la historia que han supuesto un tremendo varapalo a la concepción que el hombre tenía de sí mismo:

"En la época moderna los humanos hemos tenido que asumir tres grandes humillaciones teóricas, las tres vinculadas a la ciencia y las tres frontalmente opuestas a dogmas religiosos. La primera tuvo lugar en los siglos XVI y XVII por obra de Copérnico, Kepler y Galileo: la Tierra fue desplazada del centro del universo y perdió su majestuosa inmovilidad para ponerse a girar en torno al Sol. La segunda ocurrió en el siglo XIX: Darwin demostró de manera bastante convincente que nuestra especie es una más en el conjunto de los seres vivos y que no hemos sido creados por ningún dios [...]. La tercera humillación nos la infringió Freud, a finales del siglo XIX y principios del XX, al convenir nuestra mismísima conciencia o alma en algo complejo y nada transparente, traspasados por impulsos inconscientes de los que no somos dueños. En los tres casos perdemos algún rasgo de excepcionalidad que nos enorgullecía y para el que se habían buscados fundamentos teológicos: cada vez nos parecemos más a lo que no queremos ser..."

(Savater, 1999, p. 99)

Como ejemplo de momentos estelares en la historia de la ciencia y que son tratados en los currículos de Física y Química en la educación secundaria, podemos citar las aportaciones de Copérnico y Galileo al posterior desarrollo del primer Principio de la dinámica. Copérnico plantea su alternativa heliocentrista como una manera más sencilla de explicar las observaciones astronómicas. De hecho, el sistema copernicano mantiene muchos elementos del sistema tradicional. Copérnico nunca imaginó que su teoría revolucionaría tanto la visión del cosmos. Él sólo pretendía arreglar el callejón en que se encontraba la astronomía medieval; es decir, sólo pretendía solucionar el problema de los planetas puesto que, en palabras de Copérnico, *"se había engendrado un monstruo"*.

Hubo muchas objeciones científicas a las ideas de Copérnico como por ejemplo:

- ¿Por qué no notamos la enorme velocidad a la que se debe mover la Tierra?
- ¿Por qué durante la traslación la Tierra no pierde la atmósfera o los pájaros y nubes no retroceden ante la imposibilidad de mantener la velocidad de la Tierra?, o
- ¿Por qué una persona al saltar verticalmente cae nuevamente en su punto de partida?

Por otra parte, se puede entender toda la obra de Galileo como un intento de demostrar el heliocentrismo. Y ello exigía un nuevo modo de pensar y de estudiar

la naturaleza. Por esto es considerado el creador de la ciencia moderna: la Física. En el estudio de los movimientos violentos y de la caída de los graves, Galileo puso todo su empeño en demostrar que ambos eran compatibles con la idea de que la Tierra se mueve. Así, el primer principio de la dinámica establecido por Galileo nace de la necesidad de explicar:

- por qué los cuerpos dejados caer libremente no retroceden respecto de la vertical desde son dejados caer, y
- por qué un cuerpo que ha sido lanzado (movimiento violento) mantiene su movimiento una vez ha dejado de estar en contacto con el motor que origina su movimiento.

Si hacemos esta serie de reflexiones sobre la necesidad y el origen del primer principio con los alumnos, éstos pueden entender y ver más coherente cómo y por qué se establece este primer principio de la dinámica. Además, cuando un nuevo conocimiento científico expuesto a los alumnos aparece como la respuesta a un problema que se plantea, queda más asentado e interiorizado en ellos que si nos limitamos a citarlo y a aplicarlo a ejercicios tipo. La relación de este principio con la ruptura del sistema ptolomeico es de la suficiente envergadura histórica como para detenernos a trabajarlo en el aula.

Por otro lado, también me parece interesante para los alumnos de 4º ESO cuando estudian la cinemática la lectura del texto del [anexo 1](#) extraída de la obra de Galileo "Dos nuevas ciencias" en la que trata la caída de los graves. En dicho texto aparece el diálogo entre tres personajes creados por Galileo, donde se demuestra, muy al estilo socrático y platónico, el error de la idea aristotélica. Para ello, crea tres personajes que son Salviati, que hace las veces de Galileo, Simplicio, en el papel de Aristóteles, y Sagredo, que representa al personaje de mente abierta y juiciosa que sopesa los argumentos de uno y otro.

Creo oportuno, por último, como reflexión con respecto a este punto, recordar lo que opina el filósofo John Passmore sobre la enseñanza de la ciencia:

"La ciencia se presenta a menudo como una cuestión de aprender principios y aplicarlos con procedimientos de rutina. Se aprende de libros de texto, no leyendo las obras de grandes científicos, ni siquiera las contribuciones diarias a la literatura científica... El científico que empieza, a diferencia del humanista que empieza, no tiene contacto directo con el genio. Ciertamente, los cursos escolares pueden atraer a la ciencia al tipo erróneo de persona: alumnos poco imaginativos a quienes les gusta la rutina."

(citado por Sagan, 1997, p. 362)

CONTEXTUALIZACIÓN METODOLÓGICA: EL CASO DE LAS GRASAS COMO RESERVA DE ENERGÍA

Un error que considero importante a la hora de abordar la enseñanza de las ciencias es que damos más importancia a las leyes, conceptos, teorías o modelos de la ciencia que a cómo se ha llegado a ellos.

Si a los alumnos les damos en primer lugar una ley y luego les pedimos simplemente que realicen ejercicios de aplicación, estaremos favoreciendo escasamente los procesos de indagación que conducen al desarrollo de la creatividad y de la iniciativa en la toma de decisiones. Si pretendemos que el alumno retenga más lo que aprende en clase, debemos darles, en lo posible, la impresión real de que las nuevas teorías o leyes que estudian surgen como necesidad de resolver un conflicto o problema nuevo que aparece.

Un ejemplo concreto de esto que defiendo y que trabajo en clase es el hecho de que los animales, en general, acumulan las reservas de energía en forma de grasas. Dicho así aparece como una información más dentro de un tema de biología. Pero es posible que la información resulte más significativa para el alumno si se expone el problema empezando por plantear preguntas como:

¿Por qué el metabolismo animal gasta energía en transformar los glúcidos en grasa? Es decir, ¿Por qué transforma en grasa la energía en forma de azúcares? O, dicho de otro modo, ¿por qué no acumula la energía directamente en forma de glucógeno?

Para ayudar al alumno a encontrar la respuesta, se le puede facilitar esta tabla:

Tejido	Sangre	Hueso	Graso	Hígado y piel	Músculo	Cerebro
Porcentaje de agua	80	30	20	70	75	85

La respuesta está en que las células adiposas requieren poca agua para almacenar la energía en forma de grasa, como se observa en los datos de la tabla. Sin embargo, para almacenar la energía en forma de azúcares, haría falta mucha cantidad de agua; lo que se traduce en mucho peso que dificultaría la movilidad del animal. Es decir, la misma cantidad de energía almacenada en forma de grasa implicaría un peso mucho menor que el equivalente de energía en forma de glucógeno. Creo que si la cuestión se plantea así, puede resultar más coherente y ameno aprender el porqué de ciertos hechos. No siempre se puede aplicar esta forma de enseñar pero creo que, en lo posible, debemos hacer uso de este método por cuanto de motivador tiene para el alumno.

No se trata de que los alumnos lo descubran todo. Este es un reproche que a menudo se le hace a la enseñanza empírica de la ciencia pues, entre otras cosas, eternizaría el aprendizaje. Efectivamente nadie puede pretender que los alumnos lo descubran todo. Nada más lejos de la realidad del trabajo científico que partir de cero, porque ¿desde cuando un investigador parte desde el vacío? No cabe duda de que siempre hay una base y unas teorías que son el punto de apoyo de cualquier trabajo. De esta misma forma, el alumno inicia su trabajo a partir de unos conocimientos ya adquiridos y que le sirven de referencia. Carl Sagan (1997) hace una defensa de la experimentación como parte de la enseñanza de las ciencias cuando asegura que:

"Al menos de vez en cuando, deberíamos proporcionar la prueba y dejar que el lector extraiga su propia conclusión. Eso convierte la asimilación obediente de nuevo conocimiento en un descubrimiento personal. Cuando uno mismo hace el

descubrimiento, aunque sea la última persona de la Tierra en ver la luz, no lo olvidará nunca."

(Sagan, 1997; p. 363)

CONTEXTUALIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL: EL CASO DEL ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA ENTRE LA COSTA Y LAS ZONAS INTERIORES

Una cuestión interesante a la hora de conseguir que nuestros alumnos se interesen más por la ciencia y retengan mejor los conocimientos aprendidos, consiste en hacerles ver la utilidad de los mismos. Así, por ejemplo, cuando se trabajan en clase las propiedades características de las sustancias, podemos usarlas para identificar sustancias. Con ello convertimos un problema tipo de clase en una pequeña investigación. Si cuando, pongamos por caso, se trata el concepto de densidad, dirigimos nuestro objetivo sólo a que entiendan el concepto o que lo apliquen en problemas donde se busca que el alumno "sepa despejar el volumen del denominador", estamos mostrando la parte menos motivadora del tema. Mucho más completo y didáctico puede ser darle al alumno una tabla de densidades y pedirles que infieran de qué sustancia está compuesto un objeto que se le proporciona.

Cuando se estudia el concepto de calor específico en 4º ESO, podemos trabajarlo no como un fin en sí mismo, sino como un medio para estudiar algo tan real y cercano a todos como es el clima. De esa manera acercamos el concepto de una forma más amena al alumno. También se puede estudiar en el primer ciclo de la ESO el clima iniciando el tema con la actividad que propongo más adelante, si bien es cierto que no podemos hablar de calor específico. Planteamos a los alumnos el problema de por qué la temperatura cambia más a lo largo del año en las zonas interiores que en la costa. Los alumnos suelen responder, porque lo han aprendido en años anteriores, que es debido a la influencia del mar. Pero ¿cómo podemos estudiar de manera controlada la influencia del mar? Tras debatir la cuestión en los grupos de clase, junto con la ayuda del profesor, se llega a plantear un experimento controlado como sigue:

Ponemos a calentar lentamente la misma masa de agua y arena (100 g) en dos vasos de precipitado y vamos anotando la temperatura de cada uno cada minuto. Cuando la temperatura de uno de ellos llegue a unos 90 ° C, se apaga la placa, se retiran a la vez ambos vasos y se ponen encima de la mesa sin dejar de anotar la temperatura. El montaje puede ser como el que viene a continuación (Figura 1).

Una vez tomados los datos de temperatura – tiempo, se representan gráficamente. Las gráficas que aparecen a continuación están realizadas a partir de los datos tomados por mis alumnos (Figura 2).

Observando ambas gráficas se puede ver que la variación de temperatura en el vaso con arena es más acusada que en el del agua, a pesar de que había la misma masa en los dos y de que el calor suministrado era el mismo. Con estos datos, podemos plantear a los alumnos el problema inicial y tratar de responder a la pregunta: *¿Qué relación tiene esto con que las temperaturas de las ciudades costeras varíen menos que las de las ciudades del interior?*

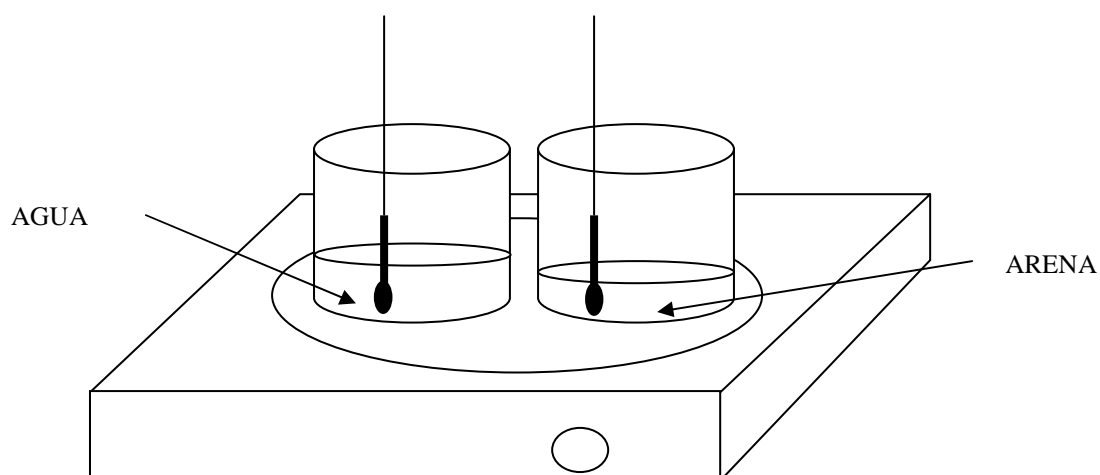


Figura 1

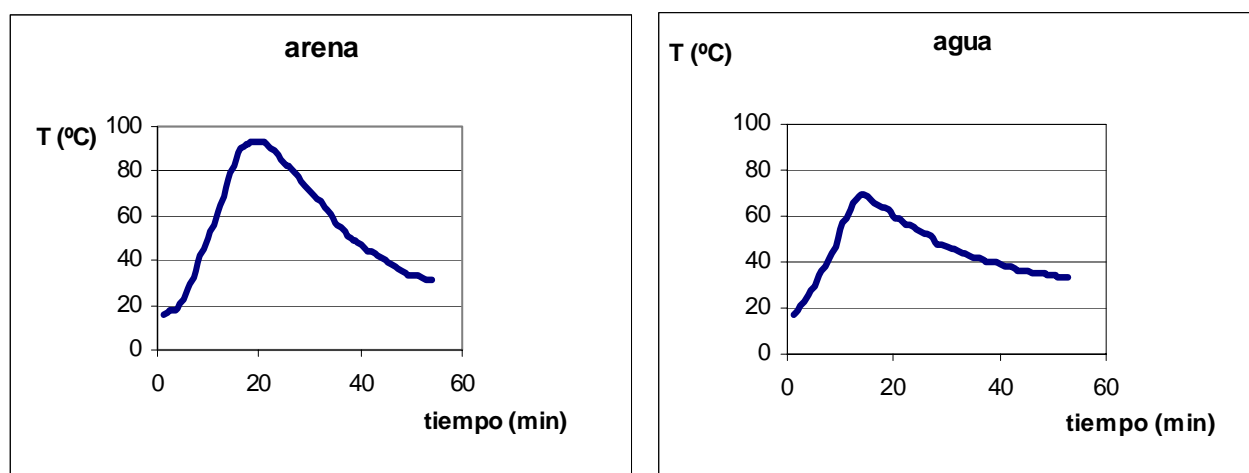


Figura 2

Creo que de esta forma hemos abarcado objetivos tan importantes en la formación de un alumno, como son

- Planteamiento de un problema abierto.
- Control de variables.
- Fomento de la creatividad (pues los alumnos deben traducir un problema real a una prueba a pequeña escala en el laboratorio, estrategia muy recurrente en la ciencia).
- Trabajo en equipo entre los alumnos.
- Uso de tablas y gráficas.
- Conclusiones y posibles respuestas a la pregunta inicial planteada.

Entiendo que esta manera de trabajar los conceptos consigue interesar más al alumno y “sacar” la ciencia del laboratorio; es decir, desterrar la idea que muchos traen de que la ciencia sólo ocurre y existe en el laboratorio.

CONCLUSIÓN

Es necesario, si queremos que la enseñanza de las ciencias sea más completa y cercana al alumno, que las situaciones planteadas en clase y la manera de abordar los temas, se presenten, siempre que se pueda, de forma contextualizada y problemática.

Para facilitar la comprensión y elevar a su verdadera dimensión la importancia que tiene el conocimiento científico, así como entenderlo como un auténtico patrimonio cultural de la humanidad, es necesario contextualizarlo adecuadamente en su momento histórico y desde el punto de vista metodológico y socio-ambiental.

Mi experiencia docente me dice que trabajando los conceptos de esta forma, el alumno se siente más interesado, participa de su propio conocimiento y deja de ser un mero receptor de información. De esta forma, su aprendizaje se realiza mediante una indagación científica, con lo que su conocimiento se construye de una manera más enriquecedora, estimulante y más próxima al trabajo que realizan los científicos.

REFERENCIAS

- ACEVEDO, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1(1), pp. 3-16. En línea en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Vol_1_Num_1.htm.
- BLANCO, A. (2004). La educación científica y la divulgación de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1(2), pp. 70-86. En línea en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_2/Vol_1_Num_2.htm.
- GIL PÉREZ, D. (1993) *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Enseñanza de las ciencias*, 11(2), pp. 197-212.
- GUTIÉRREZ-JULIÁN M., GÓMEZ-CRESPO M.A. y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2002). ¿Es cultura la ciencia?, en Membiela (Ed.) *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Una aproximación científica a la formación científica de la ciudadanía*. Narcea: Madrid (una reseña de dicho trabajo aparece en línea en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_2/Vol_1_Num_2.htm).
- HODSON, D. (1996). Practical work and school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.
- JIMÉNEZ, M. y SANMARTÍ, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar: objetivos y contenidos en la educación secundaria? En Del Carmen, L. (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori Editorial.

MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2002). Enseñanza de las Ciencias ¿para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2). En línea en:

<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art1.pdf>.

SAGAN, C. (1997). *El mundo y sus demonios*. Madrid: Editorial Planeta, 2ª edición.

SAVATER, F. (1999). *Las preguntas de la vida*. Barcelona: Editorial Ariel. 6ª edición

ANEXO 1

SALVIATI: Dudo grandemente que Aristóteles haya comprobado por el experimento, si es verdad que dos piedras, siendo una de ellas diez veces más pesada que la otra, al dejarla caer en el mismo instante desde una altura de 100 cúbitos¹, diferenciarían en velocidad de tal manera que cuando la más pesada hubiese llegado a tierra, la otra no habría recorrido en su caída más de 10 cúbitos...

SIMPLICIO: Su lenguaje parece indicar que él había ensayado el experimento, ya que dice: vemos el más pesado; la palabra vemos indica que se había hecho el experimento.

SAGREDO: Pero Simplicio, yo, que he hecho la experiencia, puedo asegurarte que una bala de cañón que pesa 100 ó 200 libras o más no alcanzará a mayor distancia que un span² por delante de una bala de mosquete que pesa sólo media libra, siempre que ambas sean lanzadas desde una altura de 200 cúbitos.

SALVIATI: Sin más experimentos es posible probar claramente, por medio de un argumento corto y concluyente, que un cuerpo pesado no se mueve más rápidamente que otro ligero, siempre que ambos sean del mismo material y, en resumen, aquellos mencionados por Aristóteles. Pero, dime, Simplicio, si tú admites que cada cuerpo adquiere una velocidad definida fija por naturaleza, es decir, una velocidad que no puede aumentarse o disminuirse, excepto por el uso de la fuerza (violencia) o resistencia.

SIMPLICIO: No hay duda de que un cuerpo, moviéndose en un medio, tiene una velocidad fija determinada por la naturaleza, la cual no puede incrementarse si no es por la acción de una cantidad de movimiento (ímpeto) o disminuida por alguna resistencia que la retarde.

SALVIATI: Entonces, si tenemos dos cuerpos cuyas velocidades naturales sean diferentes, es claro que, unidos ambos, el más rápido será retardado por el más lento y éste apresurado por el más rápido. ¿No estás de acuerdo con esta opinión?

SIMPLICIO: Es una razón incuestionable.

SALVIATI: Pues si esto es cierto, y una piedra grande se mueve con una velocidad, por ejemplo, de ocho, y otra más pequeña con una velocidad de cuatro, cuando estén unidas el sistema se moverá con una velocidad menor que ocho; sin embargo, cuando las dos piedras están atadas juntamente, forman una piedra mayor que la que antes se movía con una velocidad de ocho. Por tanto, la piedra ahora más pesada se mueve con una velocidad menor que la más ligera; este efecto es contrario a vuestra hipótesis de que el cuerpo pesado se mueve más rápido que el más ligero. Yo deduzco que el cuerpo pesado se mueve más lentamente.

SIMPLICIO: Estoy hundido... Esto es, ciertamente, superior a mi comprensión.

- 1.- 1 cúbito equivale aproximadamente a 50 cm
- 2.- 1 span equivale aproximadamente a 23 cm