

## HABILIDADES DE RAZONAMIENTO CIENTÍFICO EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: PRIMEROS RESULTADOS

Julia Rodríguez Esteban<sup>1</sup>

Joan Josep Solaz Portolés<sup>2</sup>

Vicente Sanjosé López<sup>3</sup>

Departament Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València,  
España.

### Resumen

Las habilidades de razonamiento científico constituyen una parte destacada de la alfabetización científica. En este estudio se intenta determinar el nivel de las habilidades de razonamiento científico de los estudiantes de educación secundaria. También se pretende analizar la influencia de la formación académica y del género de los estudiantes sobre dichas habilidades. Han participado 122 estudiantes de educación secundaria de cuatro niveles académicos diferentes (2º, 3º y 4º de ESO, y 1º de Bachillerato) a los que se ha administrado el cuestionario de habilidades de razonamiento científico propuesto por Hanson (2016). De las puntuaciones obtenidas en el cuestionario y del ANOVA realizado puede concluirse que: a) el nivel medio de habilidades de razonamiento científico no parece el apropiado; b) la formación académica tiene un efecto significativo sobre dichas habilidades; y c) el género no produce diferencias significativas.

### Abstract

Scientific reasoning skills are a prominent part of scientific literacy. This study attempts to determine the level of scientific reasoning skills of secondary school students. It is also intended to analyze the influence of students' academic level and gender on these skills. The scientific reasoning skills questionnaire proposed by Hanson (2016) was administered to 122 secondary school students in grades 8-11 (ages 13-17 y.o.). From the questionnaire scores obtained and the ANOVA performed, it can be concluded that: a) the average level of scientific reasoning skills does not seem appropriate; b) academic training has a significant effect on these skills; and c) gender does not produce significant differences.

---

1 Graduada en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Estudiante de Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria

2 Doctor en Ciencias Químicas. Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales

3 Doctor en Ciencias Físicas. Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales

## 1. INTRODUCCIÓN

En la investigación de Miller (1998) se recoge un bajo porcentaje de adultos alfabetizados científicamente en España. Por otro lado, de acuerdo con Manassero y Vázquez (2002), las evaluaciones hechas al alumnado español de secundaria y a su profesorado muestran carencias en algunas dimensiones de la alfabetización científica, en concreto, en la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y en el significado de la tecnología y su papel en relación con la ciencia. En la misma línea, el estudio de Solaz-Portolés y Selfa (2016) muestra que la asimilación de conceptos básicos en la alfabetización científica no es satisfactoria al finalizar la educación secundaria obligatoria. Además, según Manassero, Vázquez y Acevedo (2001), en la educación secundaria obligatoria no se dan oportunidades suficientemente explícitas para promover en el alumnado una alfabetización científica y tecnológica que sea más útil para su vida personal y social.

Existe un amplio consenso en que la alfabetización científica y tecnológica constituye una parte esencial de la educación básica y general de todas las personas (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003; Gil & Vilches, 2006). Por ello, la enseñanza de las ciencias no puede ceñirse sólo al conocimiento científico y tecnológico, sino que las competencias a desarrollar deben tener carácter más holístico y tener auténtica relevancia social para el alumnado (Holbrook & Rannikmäe, 2007). Según Quintanilla, Izquierdo y Adúriz (2012) el foco en las aulas de ciencias se debería poner en una genuina actividad científica escolar, en la cual se pongan en marcha diferentes procesos usuales de la investigación científica.

Un componente transversal de la alfabetización científica, y de carácter más holístico, lo constituye el desarrollo de habilidades de razonamiento científico (Bao et al., 2009), que representan la aplicación de los principios de la lógica a los distintos procesos de la ciencia (control de variables, formulación de hipótesis, análisis de resultados, diseño de experimentos, etc.) al objeto de generar conocimiento (Wenning & Vieyra, 2015). Para Lawson (2004) el patrón del razonamiento científico se define como una estrategia mental, plan o regla usada para procesar información y derivar conclusiones que van más allá de la experiencia directa. La importancia de estas habilidades en la educación está reconocida por la *American Association for the Advancement of Science* (1990) y el *National Research Council* (1996). Parece entonces necesario conocer si la formación durante la

educación secundaria promueve realmente el desarrollo de estas habilidades de razonamiento científico. Poco se ha hecho hasta el momento en España, de ahí que los objetivos del presente estudio se centren en: determinar el nivel de las habilidades de razonamiento científico de los estudiantes de educación secundaria, y analizar cómo influye la formación recibida y el género de los estudiantes en estas habilidades.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Participantes**

Participaron 122 alumnos de un centro educativo público de educación secundaria ubicado en una gran ciudad española, de los cuales 55 eran mujeres y 67 hombres. De los 122, 105 cursaban la Enseñanza Secundaria Obligatoria, ESO (49 de 2º de ESO, 41 de 3º de ESO, 15 de 4º de ESO), y los 17 restantes de 1º de Bachillerato. Todos los alumnos cursaban asignaturas científicas, en concreto la asignatura de Física y Química.

### **2.2 Instrumento**

Se utilizó el cuestionario diseñado y validado por Hanson (2016) para estudiantes de educación secundaria estadounidenses. Esta investigadora elaboró este cuestionario basándose en las habilidades de prácticas cognitivas y procesos científicos definidas por Wenning y Vierya (2015). Se tradujo el cuestionario original al castellano, con pequeñas modificaciones para adaptarlo a nuestro contexto como, por ejemplo, el cambio de las unidades de distintas magnitudes al Sistema Internacional de Unidades para evitar confusiones.

El cuestionario contiene 26 ítems de opción múltiple con cinco respuestas posibles. Sólo existe una respuesta correcta. Cada una de las preguntas evalúa una habilidad de razonamiento. Estas habilidades se clasifican a su vez en cinco niveles: elementales, básicas, intermedias, integradas y excelentes (Hanson, 2016). En el Anexo 1 se muestran algunos ítems del cuestionario.

### **Procedimiento**

El cuestionario se repartió y se cumplimentó de forma individual durante una de las sesiones normales de clase, de 50 min. Durante los cinco primeros minutos se les explicó la finalidad y el modo de cumplimentar el cuestionario, y se resolvieron las dudas.

Las respuestas correctas se puntuaron con 1 punto y las incorrectas con 0. Así pues, la puntuación máxima posible es 26 puntos.

### 3. RESULTADOS

La fiabilidad del cuestionario se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach que resultó ser de 0.78, que puede considerarse aceptable. En la Figura 1 se muestra la puntuación media en el cuestionario de habilidades de razonamiento científico en función del nivel académico y el género. La puntuación total media ha sido de 12.55, con una desviación estándar de 4.41.

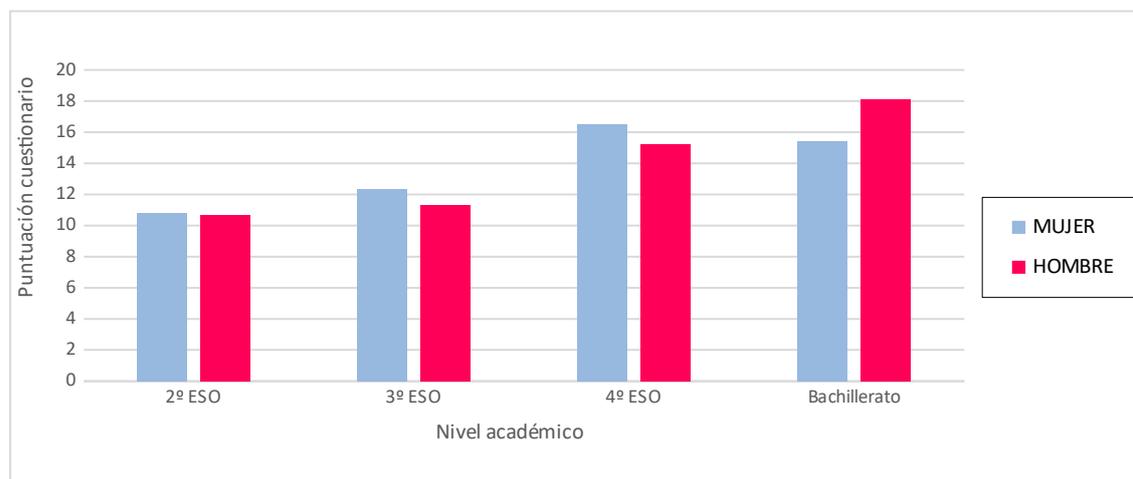


Figura 1. Puntuación en el cuestionario de habilidades de razonamiento científico según nivel académico y género.

Con el fin de analizar de manera más exhaustiva los resultados anteriores se llevaron a cabo varios análisis estadísticos. En primer lugar, se aplicó el test de normalidad de Shapiro-Wilk a las puntuaciones de los cuestionarios en cada nivel académico, que condujo a valores de los niveles de significación,  $p > .05$  en todos los casos. En consecuencia, se puede rechazar la hipótesis nula y puede considerarse que las puntuaciones en cada nivel académico siguen una distribución normal. A continuación, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) tomando como factores inter-sujetos el género de los estudiantes (con dos valores, hombre y mujer) y el nivel académico (con cuatro valores: 2º 3º y 4º de ESO, y Bachillerato), y como variable dependiente la puntuación total del cuestionario. Los resultados ponen de manifiesto que: a) el nivel académico tiene un efecto significativo sobre la puntuación total del cuestionario con un tamaño del efecto alto, ( $F(3,114)= 14.7$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2= .27$ ); b) la variable género no influye significativamente en la puntuación obtenida, ( $F(1,$

114) =0.05,  $p= .82$ ); y c) la interacción entre los dos factores no produce efectos significativos. Además, la aplicación de pruebas *post hoc* evidencia diferencias significativas de puntuación en el cuestionario entre 2º y 4º de la ESO, 3º y 4º de ESO, 2º de ESO y Bachillerato, y 3º de ESO y Bachillerato ( $p < .01$  en todos los casos).

#### 4. CONCLUSIONES

La puntuación total media obtenida por nuestra muestra, 12.55 sobre 26, es muy similar a la obtenida por Hanson (2016), 11.18, con estudiantes de 9º, 10º, 11º y 12º grado (equivalentes a los niveles desde 3º de ESO a 2º de Bachillerato). No obstante, el nivel de habilidades de razonamiento científico puede considerarse inapropiado, ya que la puntuación total media no llegaría al 5 en la escala 0-10 (se contestan correctamente en promedio el 48.2% de los ítems).

Como se observa en la Figura 1 la puntuación de las habilidades de razonamiento científico crece con el nivel académico (aunque no de forma monótona), como se espera a medida que se mejora la formación científica, y el ANOVA realizado confirma que la variable nivel académico produce diferencias significativas en la puntuación, que se localizan entre los dos cursos superiores y los dos inferiores.

También la Figura 1 muestra que las habilidades de razonamiento científico son muy similares en chicos y chicas, y esto ocurre con independencia del nivel académico. El ANOVA llevado a cabo ratifica que las escasas diferencias de puntuación en el cuestionario entre chicos y chicas no son estadísticamente significativas, y tampoco lo es la interacción género X nivel académico. Por lo tanto, de los datos del presente estudio parece constatar que las habilidades de razonamiento científico no dependen del género, contrariamente a lo que obtuvieron en el estudio de Niemen, Savinainen y Virii (2012).

Los resultados obtenidos manifiestan que las destrezas de razonamiento de los estudiantes no son las adecuadas y sugieren la necesidad de desarrollar actividades específicas en el aula de ciencias que las mejoren. En este sentido, Duncan y Arthurs (2012) señalan los beneficios de un currículum impregnado de actividades tanto sobre la naturaleza de la ciencia, como de carácter metacognitivo. Por su parte, Benford y Lawson (2001) subrayan las virtudes en el desarrollo de estas destrezas de

las metodologías de enseñanza de carácter indagativo. Finalmente, en el estudio de Strom y Barolo (2011) se discute la potencialidad de los juegos para ayudar a desarrollar habilidades que promueven la aplicación del razonamiento científico.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.; Vázquez A. & Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., & Wang, Y. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587.
- Benford, R., & Lawson, A. E. (2001). *Relationships between effective inquiry use and the development of scientific reasoning skills in college biology labs*. Report to the National Science Foundation, Grant DUE 9453610. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED456157.pdf>
- Duncan, D., & Arthurs, L. (2012). Improving student attitudes about learning science and student scientific reasoning skills. *Astronomy Education Review*, 11, 010102.
- Gil, D., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica. Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Granger, E.; Bevis, T.; Saka, Y.; Southerland, S.; Sampson, V. & Tate, R. (2012). The Efficacy of Student-Centered Instruction in Supporting Science Learning. *Science*, 6103, 105-108.
- Hanson, S (2016). *Assessment of scientific reasoning skills of High School Science students: A standardized assessment instrument* (tesis de máster). Illinois State University, Normal, Illinois, USA. <https://ir.library.illinoisstate.edu/etd/506>
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347 – 1362.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.

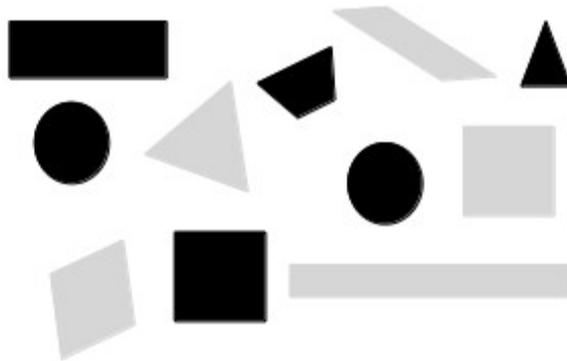
- Laugksch, R., & Spargo, P. (1996). Construction of paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, 5(4), 331-359.
- Laugksch, R., & Spargo, P. (1999). Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: a baseline survey. *South African Journal of Science*, 95 (10), 427-432.
- Lawson AE (2004) The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 307–338.
- Manassero, M. A., & Vázquez, A. (2002). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 15-27.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., & Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*, Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Marx, R.; Blumenfeld, P.; Krajcik, J.; Fishman, B.; Soloway, E.; Geier, R. & Tal, R. T. (2004). Inquiry-Based Science in the Middle Grades: Assessment of Learning in Urban Systemic Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063–1080
- Miller, J. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7 (3), 203-223.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2012). Gender differences in learning of the concept of force, representational consistency, and scientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(5), 1137-1156.
- Quintanilla, M.; Izquierdo, M. & Adúriz, A. (2014). Directrices epistemológicas para promover Competencias de Pensamiento Científico en las aulas de ciencias. En M. Quintanilla (Ed.), *Las Competencias de Pensamiento Científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula* (pp. 15-30). Santiago de Chile: Editorial Bellaterra.
- Solaz-Portolés, J. J., & Marín, B. S. (2016). Estudio exploratorio de la asimilación de conceptos básicos en la alfabetización científica: el caso de un centro de educación secundaria público. *Revista de Pedagogía*, 37(100), 91-109.

Strom, A. R., & Barolo, S. (2011). Using the game of mastermind to teach, practice, and discuss scientific reasoning skills. *PLoS biology*, 9(1), e1000578. doi:10.1371/journal.pbio.1000578

Wenning, C. J. & Vierya, R. (2015). *Teaching High School Physics, Volume 1*. Normal, Illinois: Authors.

### Anexo 1. Algunos ítems del cuestionario de Hanson (2016)

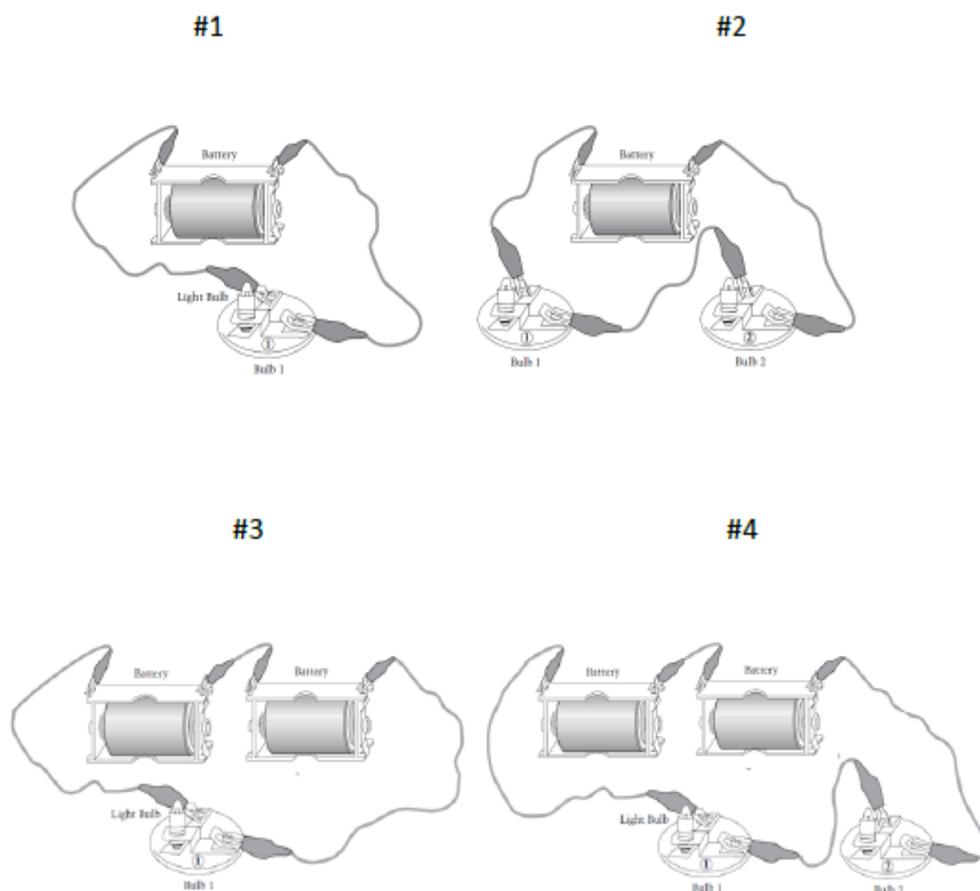
1. Los estudiantes están estudiando la electricidad estática. Su profesor muestra una variedad de ejemplos: frotando un globo en su cabello y éste se pega a la pared, frotando una varilla de plástico con un trozo de piel y los trozos de papel se pegan a la varilla, arrastrando sus pies en la alfombra y mostrándoles que le da choque eléctrico cuando toca una puerta metálica ¿Cuándo podemos ver este efecto en la naturaleza?
  - a. Al sacar la ropa mojada de una lavadora.
  - b. Al saltar al agua.
  - c. Al frotar dos trocitos de papel.
  - d. Cuando los rayos caen al suelo durante una tormenta.
  - e. Al poner la ropa mojada en una secadora.
  
- 2.Cuál de las siguientes frases es correcta respecto al grupo de objetos:



- a. Todos los objetos cuadrados son negros.
- b. Todos los objetos triangulares son grises.
- c. Todos los objetos con bordes redondos son negros.
- d. Todos los objetos con esquinas cuadradas son grises.
- e. Hay un número igual de objetos negros y grises.

f.

3. Un estudiante tiene dos baterías, dos bombillas y suficientes cables para realizar varias investigaciones de flujo de electricidad.



Se anotaron las siguientes observaciones:

- Al comparar el circuito # 1 y el circuito # 2, la bombilla en el circuito # 1 era más brillante.
- Al comparar el circuito # 1 y el circuito # 3, la bombilla en el circuito # 3 era más brillante.
- Al comparar el circuito # 1 y el circuito # 4, las bombillas eran igualmente brillantes en ambos circuitos.

¿Qué puede concluir el alumno a partir de estas observaciones?

- Si se agregan baterías y bombillas a un circuito, el brillo de la bombilla aumenta.
- Si se agregan baterías y bombillas a un circuito, el brillo de la bombilla disminuye.
- Si se agrega un número desigual de baterías y bombillas a un circuito, el brillo de la bombilla permanece igual.
- Si se agrega un número igual de baterías y bombillas a un circuito, el brillo de la bombilla se mantiene igual.
- Ninguna de estas conclusiones es correcta y es necesario realizar más investigaciones comparativas.

4. Ordena los planetas con los datos de la tabla en orden creciente según su distancia del sol. (El planeta más cercano el primero y el planeta más lejano el último).

Planeta	Distancia del sol (millones de km)	Tiempo para completar el viaje (años)	Radio del planeta (km)
A	150	1.00	6371
B	?	12.0	69911
C	230	1.88	3397
D	58	0.241	2440
E	4500	165	55528
F	?	84.0	51118
G	?	0.698	12104

- a. D, C, A, G, F, E, B  
 b. E, F, B, C, A, G, D  
 c. D, G, A, C, B, F, E  
 d. D, A, C, B, G, F, E  
 e. No se puede determinar.
5. Si un grillo chirría a una velocidad constante de 2 veces por segundo, ¿Cuántos chirridos hará en 24 horas aproximadamente?
- a. 48  
 b. 3.600  
 c. 7,200  
 d. 86,000  
 e. 173.000
6. Un dermatólogo (médico de la piel) está interesado en saber qué cura la calvicie en los hombres. Ha observado a 256 hombres, todos los cuales parecen haberse recuperado de la calvicie en los últimos meses, con los siguientes patrones de comportamiento:

Porcentaje de hombres con los siguientes rasgos:	
15%	Han perdido peso durante el año pasado
23%	Han ganado peso durante el año pasado
83%	Recientemente han tomado aspirina a diario para prevenir un ataque al corazón.
26%	Usan un tipo particular de champú para el cabello.
98%	Disfrutan viendo la televisión.
12%	Han reducido su exposición a la luz solar.

¿Cuál de las siguientes es la mejor pregunta de investigación que se debe hacer en base a estos datos? Precaución: asegúrese de considerar la conexión entre la posible causa y el efecto, y no solo los porcentajes.

- "¿La aspirina cura la calvicie?"
- "¿La pérdida o ganancia de peso afecta la calvicie?"
- "¿La exposición a la luz solar afecta la calvicie?"
- "¿El uso de un tipo particular de champú afecta la calvicie?"
- "¿Ver televisión afecta la calvicie?"

**7. El siguiente gráfico representa la relación entre el peso de un bebe y su edad:**



Pendiente = 0.6 kg/mes      y-origen = 2.95 kg

Predice el peso del bebe a los 15 meses, asumiendo que el ritmo de crecimiento se mantiene constante:

- 9 kg
  - 11.20 kg
  - 11.95 kg
  - 10 kg
  - Ninguna es correcta.
- 8. ¿Cuál es la conclusión correcta dada la siguiente línea de razonamiento? Todas las manzanas son rojas o verdes. Todas las manzanas verdes son duras. Estas manzanas son todas duras; por lo tanto:**
- Todas estas manzanas son verdes.
  - Todas estas manzanas son rojas.
  - Algunas de estas manzanas son rojas.
  - Hay más manzanas verdes que manzanas rojas.
  - Ninguna de las conclusiones anteriores se puede extraer correctamente.

- 9. A los estudiantes se les muestra una botella tapada con agua. (Ver la figura de abajo) Dentro de la botella hay un cuentagotas que flota justo debajo de la superficie. El cuentagotas está parcialmente lleno de agua y parcialmente lleno de aire. Cuando se aprieta la botella de agua, el cuentagotas se hunde hasta el fondo, pero no gira. Cuando la botella se libera, el cuentagotas flota en la parte superior. El agua no cambiará significativamente su volumen bajo presión, pero el aire lo hará. ¿Qué explica el cuentagotas que se hunde y flota?**



- El agua de la botella se comprime cuando se aprieta la botella, lo que hace que el gotero sea más denso que el agua de la botella.
- El aire en el gotero se comprime cuando se aprieta la botella, lo que hace que el gotero se vuelva más denso que el agua en la botella.
- El aire en el gotero se empuja hacia afuera cuando se aprieta la botella haciendo que el gotero se vuelva más denso que el agua en la botella.

- d) El agua en el cuentagotas se comprime cuando se aprieta la botella, lo que hace que el gotero sea más denso que el agua de la botella.
- e) Ninguna de estas explicaciones es correcta.

10. La siguiente figura muestra un balance que mide la masa de lana de acero antes y después de que se haya quemado durante un corto período de tiempo. En la figura, la masa de equilibrio está en el lado izquierdo y la lana de acero en el lado derecho.



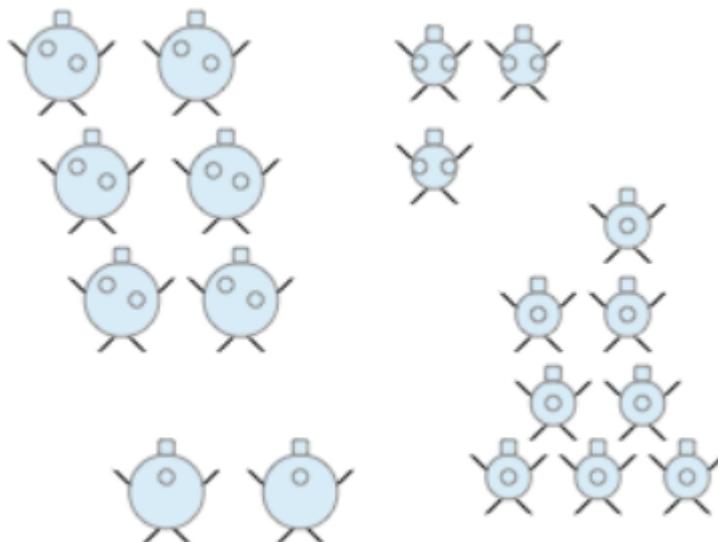
Tres estudiantes tienen diferentes explicaciones sobre lo que ocurre durante la quema de lana de acero:

- Estudiante 1: el oxígeno de la atmósfera se combina con la lana de acero, porque la quema es una reacción química que siempre involucra oxígeno.
- Estudiante 2: El dióxido de carbono de la lana de acero se libera a la atmósfera, porque la quema es un proceso que siempre involucra humo proveniente de la sustancia.
- Estudiante 3: No hay intercambio de gases entre la lana de acero y el ambiente, porque la lana de acero no se "quema" como otras sustancias.

¿Cuál de las explicaciones apoya la figura? Precaución: una afirmación correcta no siempre es la respuesta a una pregunta dada.

- Estudiante 1
- Estudiante 2
- Estudiante 3
- Estudiante 1 y Estudiante 2
- No hay suficiente evidencia en la figura para apoyar a ninguno de los estudiantes.

11. La siguiente imagen muestra una colección de tortugas marinas con diferentes rasgos. Todas las tortugas marinas son grandes o pequeñas y tienen una o dos marcas circulares en la espalda.



¿Qué puedes decir acerca de la relación entre el tamaño de la tortuga marina y el número de marcas?

- Para la mayoría de las tortugas marinas parece haber una relación entre el tamaño y el número de marcas.
- Para algunas tortugas marinas parece haber una relación entre tamaño y número de marcas.
- No parece haber ninguna relación entre el tamaño y el número de marcas.
- La relación sería más fuerte si hubiera más tortugas marinas grandes con una marca en la espalda.
- La relación sería más fuerte si hubiera más tortugas marinas pequeñas con dos marcas en la espalda.

**12. Los siguientes datos fueron recolectados de varios materiales colocados en un recipiente de fluido.**

Masa (g)	Densidad(g/cm <sup>3</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Fuerza de flotación (N)
8	2.0	2.67	80
20	5.0	4.00	120
6	1.5	2.00	60
36	9.0	4.00	120
2	0.5	0.67	20

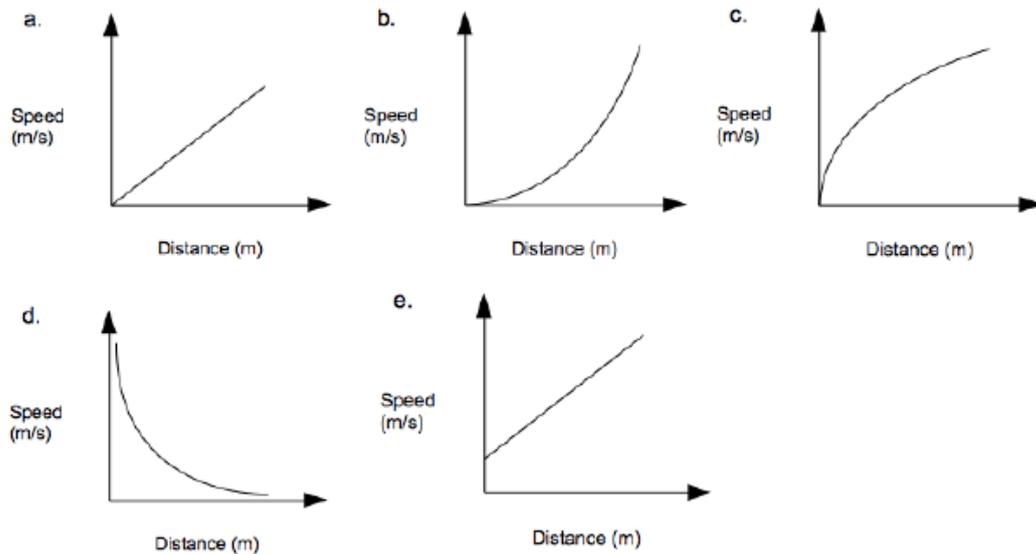
De los datos anteriores, ¿cuál de los siguientes parece ser directamente proporcional entre sí en un sentido matemático (por ejemplo, el doble de X y el doble de Y)?

- Masa y densidad.
- Masa y volumen sumergidos.
- Masa y fuerza de flotación.
- Densidad y volumen sumergido.
- Densidad y fuerza de flotación.
- Volumen sumergido y fuerza flotante.

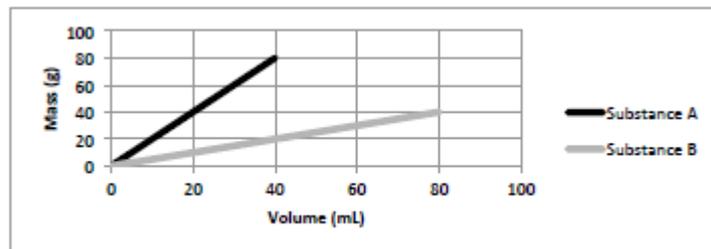
- 1, 2
- 3, 4
- 5, 6
- 1, 6
- 2, 5

**13. ¿Qué gráfico muestra mejor la relación entre la distancia y la velocidad en el siguiente conjunto de datos?**

Distancia (m)	Velocidad (m/s)
4	2
9	3
16	4
25	5
36	6



14. El siguiente gráfico muestra la relación entre la masa y el volumen de dos sustancias:



¿Qué enunciado describe mejor las relaciones de masa y volumen de las sustancias?

- Si la masa de cualquiera de las sustancias aumenta, el volumen de cualquiera de las sustancias también aumentará.
- Si el volumen de cualquiera de las sustancias aumenta, la masa de cada sustancia también aumentará.
- Si el volumen de cualquiera de las sustancias aumenta, la masa de la sustancia B aumentará a un ritmo mayor.
- Las respuestas a y b son correctas.
- Las respuestas a, b y c son correctas.

15. Se usa un par de resortes idénticos para arrastrar un carrito cuesta arriba a una velocidad constante en dos situaciones. En la primera situación los resortes están conectados al carro lado a lado. En la segunda situación, los resortes están conectados al carro uno tras otro. En la primera situación, los resortes se extienden una distancia dada. En la segunda situación, los resortes se estiran el doble que en la primera situación. ¿Qué problema podría estudiarse en función de estas situaciones?

- ¿Cómo determina la inclinación de la cuesta la cantidad de tramo del resorte?
- ¿Cómo determina el material del resorte la cantidad que estira?
- ¿Cómo determina la disposición del resorte la cantidad de su estiramiento?
- ¿Cómo determina la masa del carro la cantidad de estiramiento del resorte?
- ¿Cómo determina la velocidad del carro la cantidad de estiramiento del resorte?

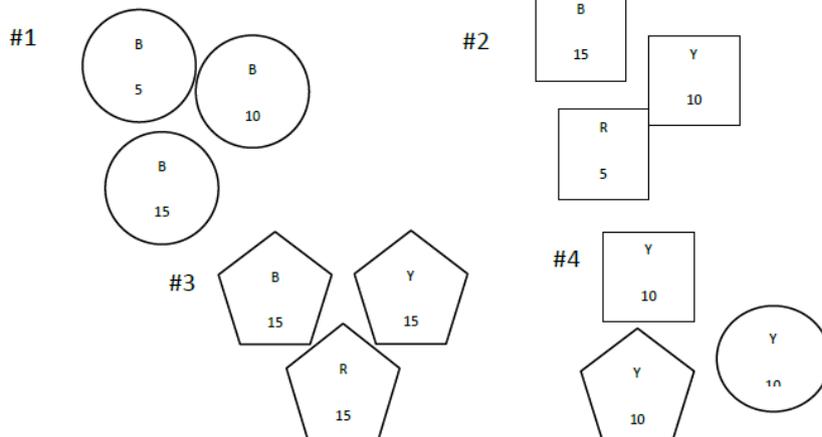
16. Se suelta simultáneamente un pedazo de papel y una piedra redonda al suelo desde una ventana a la misma altura para comprobar si los objetos pesados caen más rápido que los ligeros. La piedra golpea el suelo mucho antes que el papel. Los estudiantes discuten la observación. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones de los estudiantes es correcta?

- Esto es una prueba de que los objetos más ligeros caen más rápido que los objetos más pesados.
- Esto es una prueba de que los objetos más grandes caen más rápido que los objetos más pequeños.
- La gravedad está tirando más fuerte de la roca que del papel, por lo que debe caer más rápido.
- Los objetos redondos caen más rápido que los objetos planos.
- Esto no prueba nada porque no tiene en cuenta la resistencia al viento.

17. Un gato negro se cruzó con Gabriel ayer. Esa misma tarde, Gabriel tuvo un accidente. ¿Por qué ocurrió esto?

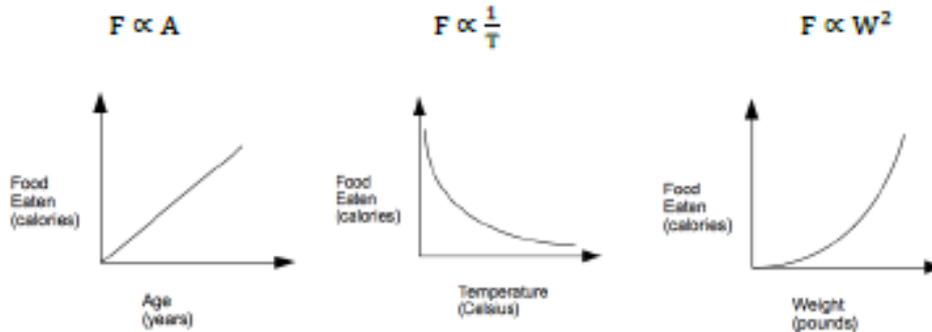
- Los gatos negros causan mala suerte.
- Realmente no se puede decir; No hay relación entre los gatos negros y la mala suerte.
- Los gatos negros causan accidentes.
- Un accidente siempre ocurrirá el día después de que un gato negro se cruce en el camino.
- A el amigo de Gabriel le sucedió lo mismo hace un año.

18. Un estudiante desea diseñar un experimento para determinar qué características afectan la rapidez con que los objetos se hunden en el fondo de un recipiente lleno de agua. El alumno recibe una colección de objetos (que se muestra a continuación) con varios pesos, formas y colores. El número dentro de cada forma representa el peso. La letra en cada forma representa el color (R = rojo, B = azul, Y = amarillo). Suponiendo que todos los volúmenes sean iguales, ¿qué grupo de objetos tendría que elegir este estudiante para determinar si la forma tiene un efecto en la tasa de hundimiento?



- 1
- 2
- 3
- 4
- no hay grupo de objetos encontrado en esta colección.

19. Un científico que estudiaba una especie recién descubierta notó que los hábitos alimenticios de esta especie parecían depender del peso ( $W$ ), la edad ( $A$ ) de la criatura, y la temperatura ( $T$ ) del ambiente. Los siguientes tres gráficos muestran cómo cada variable está relacionada con los alimentos consumidos ( $F$ ) por la especie.



¿Cuál es la relación combinada correcta para los alimentos consumidos, el peso, la edad y la temperatura?

- $F = AT^2 / W$
  - $F = AW / T$
  - $F = AT / W$
  - $F = AT / W^2$
  - $F = AW^2 / T$
20. Considera la siguiente relación entre variables:  $U = q / r$ . ¿Cuál de las siguientes es una declaración correcta dada esta relación?
- Si  $q$  se duplica y  $r$  se duplica, entonces  $U$  aumenta.
  - Si  $q$  se duplica y  $r$  se reduce a la mitad, entonces  $U$  aumenta.
  - Si  $q$  se reduce a la mitad y  $r$  se duplica, entonces  $U$  aumenta.
  - Si  $q$  se reduce a la mitad y  $r$  a la mitad, entonces  $U$  disminuye.
  - Si  $q$  permanece igual y  $r$  se reduce a la mitad, entonces  $U$  disminuye.
21. Un nadador en una playa observa: "Las ventas de helados afectan a la cantidad de ataques de tiburones a los nadadores. Cuanto mayor sea la venta de helados, mayor será el número de ataques de tiburones a los nadadores ". ¿Qué es lo que está mal, en todo caso, con esta afirmación?

- Las mayores ventas de helados en realidad significan un menor número de ataques de tiburones.
- A los tiburones no les gusta el sabor del helado, por lo que no tienen ninguna razón para atacar a los nadadores.
- No hay nada malo con esta declaración, porque las ventas de helados son la causa de los ataques de tiburones.
- Simplemente hay más nadadores cuando hace calor, y cuando hace calor, los nadadores comen más helado.
- Tal situación es imposible.