

## DIFICULTADES DE ESTUDIANTES PREUNIVERSITARIOS EN LA COMPREENSIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS DE MATEMÁTICA Y FÍSICA. UNA PROPUESTA PARA SU SUPERACIÓN

Difficulties of pre-university students in the comprehension of problematic situations of  
Mathematics and Physics: A proposal for its overcoming

Verónica Navarro, Diego Díaz, Xiomara Arrieta y Mercedes Delgado

Centro de Estudios Matemáticos y Físicos, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia,  
Maracaibo-Venezuela veronica.navarro@aprenderenred.com.ve

### RESUMEN

Diversas investigaciones sobre didáctica de la Matemática y las Ciencias Naturales exponen las dificultades que presentan los educandos para analizar los procesos de resolución de problemas, por lo que memorizan las soluciones sin comprenderlas. El objetivo de este trabajo fue determinar las dificultades que tienen los estudiantes preuniversitarios en la comprensión de situaciones problemáticas de Matemática y Física y presentar una propuesta para su superación. La metodología de investigación utilizada fue de tipo descriptiva con diseño de campo (Hernández et al., 2010). Los datos se obtuvieron a través de un cuestionario aplicado a un grupo de 12 estudiantes preuniversitarios aspirantes a cursar la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, en el I-2017. Como resultado se encontraron deficiencias cognoscitivas en la mayoría de los contenidos programáticos, específicamente en los temas de multiplicación de fracciones, productos notables, ecuaciones lineales, trigonometría, concepto de inercia, movimiento armónico simple, refracción de la luz y magnetismo; aun cuando estos temas fueron estudiados en Educación Media. Con el fin de dar un aporte para la superación de esta situación, se propone una estrategia diseñada para que los estudiantes desarrollen algunas competencias como manipular los objetos matemáticos y físicos,

activar la capacidad mental, explotar la creatividad, reflexionar sobre el proceso de pensamiento, entre otras, lo cual les permitirá adquirir confianza en sí mismos y disfrutar de las actividades que realiza.

**Palabras clave:** Situaciones problemáticas, Matemática, Física, estudiantes preuniversitarios.

### ABSTRACT

Several research about Mathematic and Natural Sciences didactic expose the difficulties that student have to analyze the processes of problem resolution, because they memorize solutions without understanding. The aim of this paper was to determine the difficulties of pre-university students in the comprehension of problematic situations of Mathematics and Physics and present a proposal for its overcoming. The methodology used was a descriptive design and field research (Hernández et al., 2010). The information was obtained through a questionnaire applied to a group of 12 pre-university students aspirants to enter the Bachelor degree in Education, mention Mathematics and Physics of La Universidad del Zulia, in the period I-2017. As a result, they were found cognitive difficulties in most of the programmatic content, specifically in fractions multiplication, remarkable identities, linear equations, trigonometry, inertia concept, simple harmonic motion, light refraction and magnetism, even when these topics were studied in High School. With the aim of contributing to this situation overcoming, it is proposed a designed strategy so students can develop some competencies as manipulating mathematical and physical objects, activating mental capacity, exploiting creativity, reflecting about

the thinking process, among others, which will allow students to acquire confidence in themselves and enjoy activities they do.

**Keywords:** communication, the speech act factors, news content.

## INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas es uno de los objetivos de la educación y una forma de evaluar si el estudiante ha logrado un aprendizaje significativo de alto nivel, razones por las cuales, la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas han centrado su interés en ello Sanjosé et al., (2007). Asimismo, el proceso de resolución de problemas resulta idóneo para desarrollar el razonamiento y una actitud positiva, así como también se ponen de manifiesto los conceptos que se desean afianzar. Parra, (2001).

Cabe destacar que la resolución de problemas no es una actividad nueva, ya que data de más de veinte años, aproximadamente. Sin embargo, es un aspecto poco trabajado a nivel escolar. Esto se debe a que, la mayoría de los profesores dicen no sentirse capacitados en la resolución de problemas, además de sentirse incómodos respecto al tema. Gaulin, (2001).

De esta manera, se hace evidente la necesidad de reforzar la resolución de problemas en la formación inicial del profesorado. Dicha situación es una muestra de que en su mayoría, los estudiantes (docentes en formación) no logran comprender los procesos de resolución de problemas, sino que tienden a memorizar las soluciones explicadas por el profesor sin entenderlas. Gil y De Guzmán, (2009).

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar las dificultades que tienen los estudiantes preuniversitarios en la comprensión de situaciones problemáticas de Matemática y Física y presentar una propuesta para su superación. Se trabajó con 12 estudiantes aspirantes a cursar la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, al finalizar el periodo II-2016 y antes de comenzar el I-2017.

### Fundamentación teórica

#### a) Situación problemática

En ciencias, un problema se describe a través de un enunciado en lenguaje natural, en el cual ciertas entidades del mundo se relacionan con alguna regla, principio o ley subyacente. Algunas de estas entidades son conocidas y existe una demanda sobre un aspecto desconocido. Cabe destacar

que la comprensión de un problema requiere la comprensión de su enunciado. Sanjosé et al., (2007).

Además, debe resaltarse la diferencia existente entre ejercicio y problema: En el primero, se conoce el modo de actuar para llegar a la solución, mientras que en el segundo no Sanjosé et al., (2007). De aquí que un problema lo es en la medida en la cual el sujeto dispone de las herramientas para resolverlo. Esto quiere decir que, lo que es un problema para un individuo, puede no serlo para otro Parra, (2001).

#### b) Proceso de resolución de problemas en Matemática y Física

La resolución de un problema implica coordinar experiencias previas, conocimiento e intuición para encontrar la solución adecuada. Una persona al resolver un problema lo formula en sus propios términos, experimenta, observa, tantea, conjetura y valida (Parra, 2001). Más específicamente, Polya (1989), establece las cuatro fases para resolver un problema matemático:

- Comprender el problema. En esta fase, el sujeto es capaz de identificar la incógnita, los datos y las condiciones del problema.
- Concebir un plan. En esta fase, el individuo evoca sus experiencias y conocimientos al resolver problemas parecidos. Asimismo, es posible que reformule el enunciado, planteando un problema más sencillo que le ayude llegar a la solución.
- Ejecutar el plan. En esta etapa, además de poner en práctica el plan bosquejado para hallar la solución, se debe verificar que cada uno de los pasos es correcto.
- Examinar la solución obtenida. Una vez hallada la solución, se debe verificar que ésta satisfaga las condiciones iniciales. Asimismo, se pueden plantear vías alternativas de resolución.

#### C) Tipos de problemas en Física

Según Pozo y Gómez (2000), los problemas físicos se pueden clasificar en:

- Problemas cualitativos: Hacen referencia a problemas abiertos en los cuales se predice o se explica un hecho, analizan situaciones tanto cotidianas como científicas, que son interpretadas a partir de los conocimientos personales o del marco conceptual que proporciona la Física. Este tipo de problemas se caracterizan por su resolución, la cual exige razonamientos teóricos sin necesidad de realizar algoritmos

numéricos o manipulaciones experimentales.

- **Problemas cuantitativos:** Son aquellos problemas físicos en los cuales se deben manipular datos numéricos para obtener una solución, aunque no necesariamente ésta debe ser cuantitativa. Son utilizados para entrenar al estudiante en técnicas de interpretación de tablas o gráficas, realizar cambios de unidades, manejar fórmulas, establecer relaciones entre magnitudes, entre otras habilidades.
- **Pequeñas investigaciones:** Son problemas en los cuales se deben obtener los resultados por medio de un trabajo práctico, el cual puede ser llevado a cabo tanto en el laboratorio como fuera de él. El propósito de este tipo de problemas es acercar al estudiante al trabajo científico, a través de la observación y la formulación de conjeturas e hipótesis. Asimismo, el estudiante es capaz de desarrollar estrategias de búsqueda, análisis de datos, entre otras.

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo fue de tipo descriptiva con diseño de campo Hernández et al., (2010). Los datos se obtuvieron a través de un cuestionario aplicado a un grupo de 12 estudiantes preuniversitarios aspirantes a cursar la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y

Educación, Universidad del Zulia, en el I-2017. Es importante destacar que estos estudiantes habían finalizado su Educación Media en el año 2016, donde se imparten los contenidos de Matemática y Física considerados en la investigación.

El cuestionario constó de 26 preguntas de selección simple y cuatro preguntas abiertas sobre metodología de investigación, pero para los efectos de la presente investigación sólo se consideraron las preguntas relacionadas con contenidos de Matemática y Física (ver anexo). Para responder algunas preguntas de selección simple, los estudiantes debían realizar las operaciones matemáticas correspondientes.

A cada estudiante se le asignó un número de manera aleatoria. De esta forma se estableció la siguiente codificación: E1, E2, E3,..., E12. Con las respuestas obtenidas por los estudiantes se elaboró la Tabla 1, de doble entrada, donde se categorizaron las respuestas en correspondencia al conocimiento científico, las cuales fueron codificadas de la siguiente manera: "A" para una respuesta *Adecuada*; "I" para una respuesta *Inadecuada* y "NR" cuando el estudiante *no respondió*.

## RESULTADOS

A continuación, se presenta la tabla 1, en la cual cada fila contiene los resultados para cada estudiante en el ítem (pregunta del cuestionario) correspondiente:

**Tabla 1. Codificación de respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario**

ÍTEM/ EST	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	NR	I	I	I	I	I	NR	I	I	I	I	I
2	NR	A	I	I	I	I	NR	I	I	I	I	I
3	NR	I	A	I	A	I	NR	I	I	I	I	A
4	NR	I	I	I	I	A	NR	I	I	I	A	I
5	NR	I	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I
6	NR	I	A	I	I	I	I	A	I	I	A	A
7	NR	I	I	NR	I	I	NR	NR	I	NR	NR	I
8	NR	I	I	I	A	A	NR	NR	NR	NR	I	I
9	NR	A	I	I	NR	A	NR	NR	NR	NR	NR	I
10	NR	I	I	I	A	I	NR	A	NR	A	I	I
11	NR	A	I	NR	A	I	A	A	NR	A	I	A
12	NR	A	A	A	A	I	A	A	NR	I	A	I
13	NR	I	I	I	A	A	I	A	I	I	NR	I
14	NR	I	I	I	I	A	NR	A	I	I	I	I

15	NR	A	A	NR	A	A	NR	A	A	A	I	A
16	NR	A	A	A	I	A	NR	A	I	A	A	A
17	NR	I	A	NR	I	I	A	A	NR	NR	I	I
18	NR	A	A	I	A	A	NR	A	A	I	I	I
19	NR	A	A	NR	I	I	NR	NR	NR	I	I	NR
20	NR	A	A	I	A	I	NR	A	A	A	A	A
21	NR	A	A	NR	I	A	NR	A	NR	A	I	I
22	NR	A	A	I	A	I	NR	I	NR	NR	NR	I
23	NR	I	A	NR	I	A	NR	I	I	I	NR	NR
24	NR	I	I	NR	I	I	NR	I	NR	A	I	A
25	NR	I	I	NR	I	A	I	A	A	NR	I	NR
26	NR	A	A	NR	I	I	NR	A	A	I	A	NR
TOTAL "A"	0	12	13	2	10	11	3	15	5	7	6	7
(%)	0	46,2	50	7,7	38,5	42,3	11,5	57,7	19,2	26,9	23,1	26,9

Fuente: Elaboración propia de los autores (2017)

Se observa que, en el mejor de los casos, los estudiantes preuniversitarios se enfrentan de manera *adecuada* al 57,7 % de las situaciones problemáticas de Matemática y Física, en las cuales subyacen contenidos propios del nivel de Educación Media. Nótese que, sólo dos estudiantes respondieron más del 50% de las preguntas de forma *adecuada*. Dicha situación pone de manifiesto la necesidad de una estrategia que les permita una adecuada comprensión de los problemas matemáticos y físicos.

Los temas que requieren de mayor atención son los siguientes: suma de fracciones (ítem 1 del cuestionario) y el teorema de Pitágoras (ítem 7), contenidos que, a pesar de ser muy aplicados durante la Educación Media, no obtuvieron ninguna puntuación *adecuada* por los integrantes de la muestra de esta investigación. Otros contenidos que necesitan ser reforzados son la multiplicación de fracciones (ítem 2), productos notables (ítem 4), ecuaciones lineales (ítem 5), trigonometría (ítems 8 y 9), concepto de inercia (ítem 14), movimiento armónico simple (ítem 19), refracción de la luz (ítem 23) y magnetismo (ítem 24), ya que, de los doce estudiantes, sólo dos lograron una puntuación *adecuada* en referencia a estos tópicos.

Por otra parte, se evidencia que la fortaleza de los aprendices está en contenidos propios de la Física, como lo son la primera y segunda ley de Newton (ítems 15 y 16, respectivamente) y termodinámica (ítem 20), en las cuales ocho estudiantes lograron dar una respuesta *adecuada*.

### Descripción de la propuesta

La propuesta para la superación de las debilidades evidenciadas en estos estudiantes preuniversitarios, consiste en una estrategia de enseñanza coherente con la postura constructivista, la cual considera que para lograr el aprendizaje se debe ofrecer al estudiante la posibilidad de resolver situaciones problemáticas de interés; así lo establecen Gil y De Guzmán (2009). Por tanto, es importante brindarles a los educandos herramientas que les permitan abordar la resolución de problemas matemáticos y físicos de manera satisfactoria.

La estrategia representa una oportunidad para que el estudiante se acerque de manera autónoma al conocimiento, descubra y explique de forma científica los fenómenos naturales que lo circundan. También le permite profundizar los contenidos, así como desarrollar capacidades para el trabajo en equipo, y el respeto por la diversidad de pensamientos, logrando solventar problemas y obstáculos que puedan presentarse.

Un elemento a considerar lo constituye las actividades realizadas mediante trabajo colaborativo, ya que según Vigotsky (1973), el desarrollo de los seres humanos únicamente puede ser explicado en términos de interacción social. Este tipo de actividades promueven la diversidad de opiniones, ayudan a desarrollar competencias comunicativas, los procesos de negociación, liderazgo, motivación, respeto, confianza en sí mismo y en los demás compañeros y respeto por sus ideas y la de los otros. López, (2011; Silva, (2011).

Se consideran algunas recomendaciones dadas por Meleán y Arrieta (2009), las cuales se enfocan en favorecer el establecimiento de un ambiente académico particularizado por el afecto, libertad de expresión, tolerancia y respeto, para fortalecer la seguridad y autoestima en el estudiante.

Con base en los planteamientos anteriores, se diseñaron tres cursos tipo talleres, con una duración de 40 horas académicas cada uno, vinculados a la resolución de problemas de Matemática y Física, bajo una actitud transformadora, crítica y reflexiva, orientados a la construcción de conocimientos en estas áreas y a la conformación del pensamiento científico. Estos cursos son semi presenciales, con las horas distribuidas en actividades dentro y fuera del aula.

El primer taller: "Argumentación de situaciones problemáticas de Matemática y Física", está dirigido a desarrollar competencias comunicativas orales y escritas. Para esto se trabaja la formalización del lenguaje cotidiano, dirigida a la argumentación científica, ya que como lo plantea Cárdenas et al., (2017), los saberes cuyos lenguajes se formalizan, impiden subjetividades y fortalecen la universalización de resultados, permitiendo una mejor comunicación. Así, los objetivos del primer taller son:

- Describir los elementos del discurso argumentativo.
- Argumentar situaciones problemáticas de Matemática y Física.

Los otros dos talleres, enfocados en la resolución de problemas tanto de Matemática como de Física, denominados respectivamente: "Resolución de problemas matemáticos", y "Resolución de problemas físicos", plantean como objetivos los siguientes:

- Estimular la participación de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos y físicos.
- Analizar algunos métodos de resolución de problemas matemáticos y físicos.
- Revisar contenidos de Matemática y Física estudiados en Educación Media General y Técnica.
- Resolver problemas.
- Proponer nuevos problemas y sus soluciones.

## CONSIDERACIONES FINALES

En esta investigación se determinaron las dificultades que tienen los estudiantes preuniversitarios aspirantes a ingresar a la mención Matemática y Física en el primer período de 2017 (I-2017), en la comprensión de situaciones problemáticas de estas áreas; encontrándose deficiencias cognoscitivas en la mayoría de los contenidos programáticos, específicamente en los temas: multiplicación de fracciones, productos notables, ecuaciones lineales, trigonometría, concepto de inercia, movimiento armónico simple, refracción de la luz y magnetismo; aun cuando estos temas fueron estudiados en Educación Media General y Técnica.

Con el fin de dar un aporte para la superación de esta situación, se propone una estrategia que consiste en facilitar una serie de cursos tipo talleres, diseñados para que los estudiantes desarrollen algunas competencias como manipular los objetos matemáticos y físicos, activar la capacidad mental, explotar la creatividad, reflexionar sobre el proceso de pensamiento, entre otras, lo cual les permitirá adquirir confianza en sí mismos y disfrutar de las actividades que realiza.

### Questionario de conocimientos sobre temas de Matemática, Física y Metodología de la investigación

Los enunciados presentados a continuación tienen la finalidad de recabar información sobre los conocimientos previos, tanto cotidianos como académicos, de los estudiantes a ingresar a la mención Matemática y Física, Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, durante el 1er periodo de 2017.

#### Instrucciones

Lee con atención cada una de las interrogantes que se presentan.

En las preguntas abiertas, por favor responde de manera clara y precisa; en las de selección simple, analiza cada una de las tres opciones que se presentan, realiza los cálculos pertinentes y elige la

respuesta correcta al planteamiento realizado. No respondas al azar.

No comentes con tus compañeros, ya que la actividad es individual.

No rayes el cuestionario; marca la respuesta seleccionada en la hoja de respuestas que se te entregará, rellenando el círculo o responde en la hoja en blanco, en el caso de las preguntas abiertas.

1. Al sumar  $4/5$  más  $6/10$  se obtiene:

- a)  $10/15$
- b)  $12/25$
- c)  $7/5$

2. Al multiplicar  $2/3$  por  $1/4$  se obtiene:

- a)  $1/6$
- b)  $11/12$
- c)  $3/7$

3. Una fracción equivalente a  $5/6$  es:

- a)  $6/5$
- b)  $10/12$
- c)  $25/36$

4. En general,  $(a \pm b)^2$  es igual a:

- a)  $a^2 + b^2$
- b)  $a^2 \pm 2ab + b^2$
- c)  $a^2 \pm 2ab + b^2$

5. La edad de Pedro es el doble que la edad de Luis, la cual es el triple que la edad de José. Si entre los tres suman 30 años, ¿cuál es la edad de José?

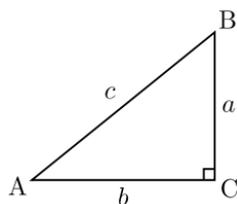
- a) 5 años.
- b) 10 años.
- c) 3 años.

6. La suma de los ángulos internos de un triángulo es:

- a)  $180^\circ$ .
- b)  $360^\circ$ .
- c) Depende del tipo de triángulo.

7. Observa el siguiente triángulo rectángulo, donde se cumple el teorema de Pitágoras, el cual plantea:

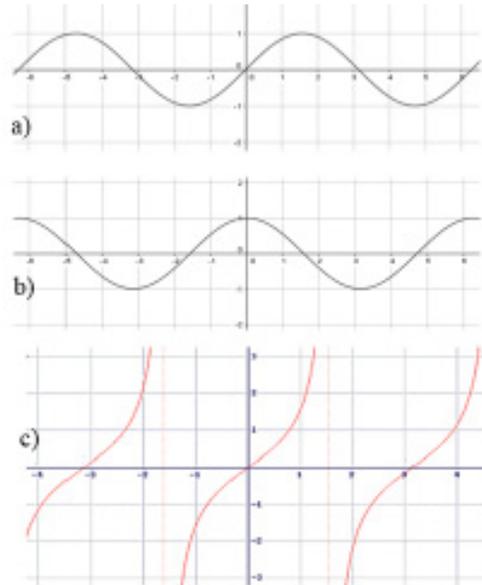
- a)  $a = b^2 + c^2$
- b)  $c^2 = a^2 + b^2$
- c)  $c^2 = (a+b)^2$



8. ¿Cuál de las tres opciones es la correcta para calcular el coseno de un ángulo?

- a) Cateto opuesto entre cateto adyacente.
- b) Cateto opuesto entre hipotenusa.
- c) Cateto adyacente entre hipotenusa.

9. ¿Cuál de las tres gráficas representa la función seno?



10. La Cinemática:

- a) Describe el movimiento.
- b) Estudia las causas del movimiento.
- c) Explica por qué se mueven los cuerpos.

11. ¿Cuál de las siguientes cantidades físicas se puede considerar como fundamental?

- a) Fuerza.
- b) Masa.
- c) Aceleración.

12. La relación entre la masa y el volumen es:

- a) El peso específico.
- b) La masa molar.
- c) La densidad.

13. La gravedad en la Luna es:

- a) Mayor que la de la Tierra.
- b) Menor que la de la Tierra.
- c) Cero, no hay.

14. Cuando un auto frena bruscamente, nos impulsamos hacia delante ¿Por qué ocurre esto?

a) La tendencia de mantener el movimiento que teníamos antes de frenar es lo que nos ha impulsado hacia delante.

b) La desaceleración brusca que experimentamos al frenar es lo que nos ha impulsado hacia delante.

c) No somos nosotros los que nos vamos hacia delante, es el auto el que se va para atrás.

15. La primera ley de Newton sugiere que si no actúan fuerzas exteriores todos los cuerpos:

- a) Están en continuo movimiento.
- b) Están en reposo o moviéndose con velocidad constante.
- c) Mantienen el movimiento que llevaban cuando actuaban fuerzas.

16. La segunda ley de Newton relaciona las siguientes cantidades:

- a) Trabajo, fuerza y desplazamiento.
- b) Fuerza, masa y aceleración.
- c) Longitud, masa y tiempo.

17. Cuando se lanza una pelota verticalmente hacia arriba, la energía mecánica en su punto más alto es:

- a) El promedio de la cinética y la potencial gravitatoria.
- b) Totalmente cinética.
- c) Totalmente potencial gravitatoria.

18. Si no se toma en cuenta la fricción del aire y se dejan caer dos esferas desde una misma altura, una esfera de 1 kg y la otra de 15 kg ¿Cuál llegará primero al piso?

- a) La que tiene mayor masa llega primero.
- b) Depende de sus volúmenes.
- c) Llegan al mismo tiempo.

19. Si la frecuencia es el número de vueltas por unidad de tiempo y el periodo el tiempo que se tarda en dar una vuelta, ¿qué relación tienen?

- a) Si una aumenta la otra disminuye.
- b) No están relacionados.
- c) Se relacionan directamente.

20. ¿Qué diferencia existe entre calor y temperatura?

a) La temperatura es una magnitud que mide el grado de agitación térmica de un cuerpo y el calor es energía térmica en transferencia producto de la diferencia de temperatura entre dos cuerpos.

b) El calor es una forma de energía que tiene un cuerpo y que se puede transformar en mecánica y la temperatura es una magnitud fundamental del cuerpo.

- c) No hay ninguna diferencia.

21. ¿Por qué al sacar una botella con agua de la nevera, ésta se humedece?

- a) Porque el aire circundante se condensa.
- b) Porque a altas temperaturas la humedad es alta y las partículas de H<sub>2</sub>O que hay en el aire se van pegando en el vaso.
- c) Debido a un proceso de transpiración.

22. Dispones de tres tazas con café caliente, una negra, una plateada y una blanca (las tres del mismo material). ¿Cuál se enfría primero?

- a) La plateada.
- b) La blanca.
- c) La negra.

23. El fenómeno que se observa en la cuchara se debe a:



- a) Reflexión de la luz.
- b) Refracción de la luz.
- c) Dispersión de la luz.

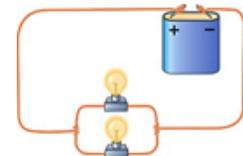
24. La brújula apunta aproximadamente hacia:

- a) El sur magnético.
- b) El norte magnético.
- c) El este magnético.

25. Tenemos dos bombillos conectados en serie a una pila, si desconectamos uno de los bombillos:

- a) No sucede nada.
- b) Este se apaga y el otro queda prendido.
- c) Los dos se apagan.

26. El voltaje en un circuito de dos bombillos en paralelo:



- a) Es igual al de la fuente.
- b) Se divide.
- c) Se suman.

27. ¿Para qué crees que los científicos investigan?

28. ¿Qué es un problema de investigación?

29. ¿Cuáles son las partes que, por lo general, comprenden un trabajo de investigación?

30. ¿Has leído alguna vez un artículo de investigación? Explica cómo está estructurado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas W., Reyes D. y Viteri F. (2017). La formalización lógica del lenguaje como punto de partida para el análisis objetivo del discurso y la argumentación científica. *Revista Sophia*, colección de Filosofía de la Educación, 22(1), 101-123.
- Gaulin C. (2001). Tendencias actuales de la resolución de problemas. *Sigma* 19, 51-63.
- Gil D. y De Guzmán M. (2009). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Editorial Popular. p.p. 11.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2010). Metodología de la investigación. Estado de México: Editorial Mc Graw Hill. p.p. 80, 146.
- López E. (2011). La modelización conceptual de la mecánica newtoniana en estudiantes de física universitarios: una aplicación de la teoría de Ausubel de aprendizaje significativo. Tesis doctoral para optar al grado de doctora en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos. Burgos, España.
- Meleán R. y Arrieta X. (2009). Estrategia didáctica para el desarrollo de esquemas en resolución de problemas según la teoría de los campos conceptuales. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*. 10(2) 69-95.
- Parra B. (2001). Dos concepciones de resolución de problemas de Matemáticas. A. Arriaga y H. Barrón (compiladores): *La enseñanza de las Matemáticas en la escuela secundaria* (p.p. 13-32).
- Polya G. (1989). ¿Cómo plantear y resolver problemas? México D.F.: Editorial Trillas. p.p. 17-19.
- Pozo J., Gómez M. (2000). La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza. J. Pozo, M. Pérez, J. Domínguez, M. Gómez e Y. Postigo (compiladores): *La solución de problemas*. (p.p. 100-106) Madrid.
- Sanjosé V., Valenzuela T., Fortes M. y Solaz J. (2007). Dificultades algebraicas en la resolución de problemas por transferencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6(3), 538-561.
- Silva R. (2011). La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended learning. Tesis doctoral para optar al grado de doctora en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos. Burgos, España.
- Vigotsky L. (1973). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: La Pléyade. p.p. 12-323.