

## Desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de la Educación Preuniversitaria

### *Development of metrological culture in students at preuniversity education*

**MSc. Tebelio Herrera Basabe.** Profesor Instructor. Dirección Municipal de Educación Sandio. Pinar del Río, Cuba.

Correo: [tebelioh@sa.pr.rimed.cu](mailto:tebelioh@sa.pr.rimed.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7716-8977>

**Dr. C. Juan José Hernández Casas.** Profesor Titular. Centro Universitario Municipal Sandino de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba.

Correo: [juanj.hernandez@upr.edu.cu](mailto:juanj.hernandez@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5923-4424>

**Dr. C. Rafael Antonio Hernández-Cruz Pérez.** Profesor Titular. Centro Universitario Municipal Sandino de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba.

Correo: [rafael.hernandez@upr.edu.cu](mailto:rafael.hernandez@upr.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0631-5631>

Recibido: marzo de 2023

Aprobado: julio de 2023

---

#### Resumen

La indagación teórica realizada permitió a los autores constatar que en las fuentes consultadas no se encuentran estudios sobre cómo desarrollar la cultura metrológica en los estudiantes de preuniversitario, a pesar de la importancia que esta reviste en la preparación de los mismos para la vida. Esto resalta la pertinencia del desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes; así como de la necesidad de que los profesores dispongan de un sistema de tareas docentes que les permita dar tratamiento a los contenidos metrológicos en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. A partir de estos presupuestos se asumió la tarea de investigar las causas que determinan tal problemática, para ello, mediante el empleo de los métodos analítico-sintético, sistematización teórica, modelación, observación, análisis documental, prueba pedagógica, encuesta, entrevista y estadística descriptiva, se realizó un diagnóstico que permitió constatar el bajo nivel de desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes; así como de la limitada preparación que poseen los profesores para aplicar un sistema de tarea que propicie el tratamiento a los contenidos metrológicos. Luego a partir de la revisión bibliográfica se definió el término cultura metrológica y se elaboró la propuesta. Posteriormente se impartió un curso de preparación a los

#### Abstract

The theoretical research carried out allowed the authors to verify that in the consulted sources there are no studies on how to develop the metrological culture in pre-university students, despite the importance that this has in preparing them for life. This highlights the relevance of the development of metrological culture in students; as well as the need for teachers to have a system of teaching tasks that allows them to treat the metrological contents in the running of the teaching-learning process of Physics. Based on these assumptions, the task of investigating the causes that determine such a problem was assumed, for this, through the use of methods like analytic-synthetic, theoretical systematization, modeling, observation, documentary analysis, pedagogical test, survey, interview and descriptive statistics, a diagnosis was made that allowed verifying the low level of development of the metrological culture in the students; as well as the limited preparation that teachers have to apply a task system that promotes the treatment of metrological contents. Then, from the bibliographic review, the term metrological culture was defined and the proposal was elaborated. Subsequently, a preparation course was given to pre-university teachers for the application of the teaching task system and finally, once they were applied, a final diagnosis was made, which

profesores de preuniversitario para la aplicación del sistema de tareas docentes y finalmente, una vez aplicada las mismas, se realizó un diagnóstico final, el que permitió constatar la efectividad del sistema de tareas.

**Palabras clave:** Conversión, estimación, medición, metrología.

allowed verifying the effectiveness of the task system.

**Keywords:** Conversion, estimate, measuring, teaching assignment, metrology.

---

## Introducción

En la Educación Preuniversitaria se imparten asignaturas como la Física, desde la que puede hacerse una importante contribución a la formación laboral y económica de los estudiantes, ya que los contenidos incluidos en su plan de estudio así lo posibilitan, tal es el caso de la medición de magnitudes, que está presente en prácticamente todas las actividades de la vida cotidiana.

Es así que los estudiantes están durante toda su vida en contacto con las mediciones, desde su propio nacimiento y hasta su muerte, estas forman parte de prácticamente todas las actividades que realizan, de ahí la necesidad de que posean conocimientos de metrología a nivel aplicativo, lo que implicaría la posesión de una cierta cultura metrológica.

“La metrología es probablemente la ciencia más antigua del mundo y aún hoy en día, pocos de nosotros conocemos la relevancia de esta ciencia y su incidencia en la economía y la sociedad” (Comité de Metrología del Instituto de la Ingeniería de España, 2019, p. 7). Es por ello que puede plantearse que esta ciencia tiene gran influencia en el desarrollo de las naciones, sin embargo, los conocimientos que tiene la población en general y los estudiantes de la Educación Preuniversitaria en particular, son insuficientes.

“La metrología (...) presenta en su tratamiento un alto grado de complejidad (...). El conocimiento sobre su aplicación es fundamental en la práctica de todas las profesiones con sustrato científico” (López, Pérez, Cabrera, López, Escoriza y Gálvez, 2021, p. 143).

La indagación teórica realizada permitió constatar que existen pocas evidencias de sobre cómo desarrollar la cultura metrológica en los estudiantes de la Educación Preuniversitaria, desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

La exploración realizada incluyó el análisis documental de materiales rectores de la enseñanza de la Física, la observación a clases dedicadas a la medición de magnitudes; la encuesta a profesores, la prueba pedagógica. La síntesis de los resultados obtenidos, permitió identificar las siguientes regularidades:

En los estudiantes, de modo general se aprecia:

El reconocimiento de sus carencias en el campo de la metrología y la voluntad por aprender lo referente a la temática.

Limitaciones en el conocimiento de cuestiones fundamentales de la metrología, como son la conversión de unidades de medida, la estimación y la medición de magnitudes.

En los profesores, como generalidad se aprecia:

La presencia de insuficiencias en el tratamiento a contenidos metrológicos en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, principalmente en las operaciones para la realización de la conversión de unidades de medida, la estimación y la medición de magnitudes.



El reconocimiento de la importancia y necesidad de disponer de un sistema de tareas que les permita dar tratamiento a los contenidos metrológicos en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Es por lo anteriormente explicado que el **objetivo** es: socializar un sistema de tareas docentes para el desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de la Educación Preuniversitaria.

### **Metodología**

Se asume el método dialéctico materialista que posibilita abordar el tratamiento a la cultura metrológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria como un proceso contradictorio, en constante evolución, en su relación con el desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado, desde un enfoque explicativo.

En correspondencia con ello se emplearon los siguientes métodos de investigación: analítico - sintético, histórico-lógico, sistematización teórica, la observación, el análisis documental, la encuesta, la entrevista, la prueba pedagógica y la estadística descriptiva. La utilización de estos métodos permitió procesar varias informaciones relacionadas con la cultura metrológica y el papel que le corresponde a los profesores de Física en su desarrollo en los estudiantes. Seguidamente se explica la utilización de cada uno de los métodos:

**Análítico-Sintético:** se empleó para descomponer el tratamiento a la cultura metrológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria y su desarrollo en los estudiantes de décimo grado, así como las relaciones que se establecen con el propósito de determinar características, rasgos y regularidades. Igualmente se utilizó para la valoración de los resultados empíricos obtenidos.

**Sistematización teórica:** posibilitó la producción de conocimientos teóricos y prácticos relativos al tratamiento a la cultura metrológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria y su desarrollo en los estudiantes de décimo grado.

**Modelación:** se utilizó para la determinación de los componentes y estructura de las tareas docentes para al tratamiento a la cultura metrológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria, que propicie su desarrollo en los estudiantes de décimo grado.

**Observación:** se empleó para constatar el tratamiento metodológico dado por los profesores, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en décimo grado, a los contenidos metrológicos. Se aplicó en el diagnóstico.

**Análisis documental:** se empleó para valorar el tratamiento a la cultura metrológica en los documentos normativos que rigen la enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria.

**Prueba pedagógica:** se utilizó para constatar el nivel de desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado del municipio Sandino. Se aplicó durante el diagnóstico y la validación del sistema de tareas.

**Encuesta:** se aplicó a los estudiantes, durante los estudios de diagnóstico y validación, para constatar los estados de opinión que tienen sobre el conocimiento de los contenidos metrológicos que poseen y sobre el tratamiento dado a la cultura metrológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en décimo grado.



Entrevista: se realizó a los profesores de Física para constatar la importancia que le conceden al desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes y sobre el nivel de preparación que poseen para enfrentar su tratamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estadística descriptiva: se empleó el cálculo porcentual, la media aritmética, la mediana y la ponderación, los que permitieron valorar los resultados empíricos obtenidos en la investigación.

La población, está conformada por 144 estudiantes de décimo grado en el municipio Sandino y 6 profesores de Física.

## **Resultados**

Como resultado de la aplicación de los métodos, así como del análisis de la bibliografía científica que aborda el tema de investigación, se definió el término cultura metrológica, se precisaron los contenidos que deben dominar los estudiantes como parte de su cultura metrológica, se realizó el diagnóstico del estado actual de desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado, se elaboró e implementó el sistema de tareas docentes y se valoró la validez práctica del mismo.

El término cultura metrológica, ha sido muy poco tratado en la literatura científica, por lo que es necesario precisarlo para el contexto de este estudio. Es así que se propone la siguiente definición:

Cultura metrológica es: el conjunto de acciones y operaciones relacionados con la conversión de unidades de medida, la estimación y la medición de magnitudes, las que propicia la preparación del individuo para la vida.

Como puede apreciarse en la definición asumida cultura metrológica, se contemplan tres núcleos conceptuales básicos: la conversión de unidades de medidas, la estimación y la medición de magnitudes. Igualmente se considera que esta cultura debe contribuir a la preparación de los estudiantes para la vida.

¿Qué debe entenderse por conversión de unidades de medida, estimación y medición de magnitudes en el contexto de esta investigación?

Conversión: “es la transformación del valor numérico de una magnitud física, expresado en una cierta unidad de medida, en otro valor numérico equivalente y expresado en otra unidad de medida de la misma naturaleza”(Lorena, Castillo y Arzate, 2017, p. 8).

Estimación: es el “proceso de encontrar una aproximación sobre una medida (...)” (Álvarez Yirda, 2021, p. 1).

Medición: es el “proceso mediante el cual se compara un patrón determinado con una unidad de medida, y así se puede conocer las veces que este patrón está contenido en esa magnitud” (Álvarez Yirda, 2021, p. 1).

Igualmente es imprescindible determinar los contenidos que deben dominar los estudiantes como parte de su cultura metrológica, en el contexto de esta investigación. Estos son:

Conocimientos: metrología: conceptos de magnitud y medición; métodos de medición; incertidumbre de medición; conversión de unidades de medida; estimación y medición de magnitudes; sistemas de unidades de medida (el Sistema Internacional de Unidades).

Habilidades: definir los términos magnitud y medición; relacionar instrumentos-magnitudes-unidades de medida; identificar los métodos de medición; determinar la apreciación de la escala del instrumento; determinar la incertidumbre del instrumento; convertir unidades de medida, estimar y medir magnitudes y valorar la incertidumbre de la medición.



Procedimientos:

Operaciones para estimar magnitudes: analizar el objeto de estimación, seleccionar la magnitud a estimar, precisar el valor aproximado de la magnitud y valorar el resultado.

Operaciones para convertir unidades de medida: precisar el criterio de conversión; realizar los cálculos; escribir el resultado obtenido y valorar el resultado.

Operaciones para medir magnitudes: seleccionar el objeto a medir, determinar la magnitud a medir; seleccionar el instrumento de medición adecuado, determinar la apreciación de la escala del instrumento; calibrar el instrumento; colocar el instrumento en contacto con el objeto de medición; efectuar la lectura en la escala del instrumento; determinar la incertidumbre del instrumento; expresar correctamente el resultado de la medición y valorar el resultado.

Valores: colaboración en la realización de las tareas, responsabilidad en la utilización y cuidado de los instrumentos de medición y honestidad en el acto de medición.

Igualmente, como la vía seleccionada para contribuir al desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes es la aplicación de un sistema de tareas docentes, a continuación, se abordan brevemente algunos aspectos conceptuales referentes a las mismas.

En el contexto de esta investigación las tareas docentes están concebidas para que los estudiantes aprendan actuando, por lo que en ellas se materializan las acciones y operaciones a desarrollar por los estudiantes y que deben contribuir a la apropiación de conocimiento, habilidades y valores por los mismos.

Es así que las tareas docentes “presupone la búsqueda por el estudiante de vías para resolver problemas o ejercicios, para que alcance los objetivos y el dominio de las habilidades (...)” (Armas, Elías, Fernández, Elías, Corrales, 2017, p. 479).

Para ello las tareas docentes deben propiciar la integración de los conocimientos, habilidades, procedimientos y valores, sobre los núcleos conceptuales básicos propuestos para el desarrollo de la cultura metrológica: conversión de unidades de medida, estimación y medición de magnitudes.

La integración de los contenidos “se ha convertido en una necesidad social en el contexto histórico actual (...)” (Guillén, Ramírez y Guillén, 2020, p. 108)

En las palabras anteriores se resalta la importancia de las tareas docentes para integrar los contenidos, que está en correspondencia con el concepto de cultura metrológica asumido en esta investigación, pues en el mismo se integran tres núcleos conceptuales: la conversión de unidades de medida, la estimación y la medición de magnitudes; así como el aporte de las referidas tareas a la preparación de los estudiantes para la vida.

En este tipo de tarea permiten la preparación de los estudiantes para la vida, que es la esencia de la educación cubana, pues “conducen al surgimiento de un problema, para cuya solución el estudiante requiere de la aplicación de los conocimientos de dos o más asignaturas del currículo”. (Torres, Rodríguez y Prendes, 2021, p. 90).

Igualmente es importante “que las tareas docentes sean flexibles, que el profesor pueda establecer variantes, incorporar nuevos contenidos sin modificar la esencia del programa”. (Rodríguez, Rodríguez y Maceo, 2021, p. 141).



A decir de Castillo y Padrón (2021) “la tarea docente favorece los cambios continuos y escalonados de la manera de actuar del estudiante, propiciando la adquisición de rasgos y cualidades que le permitan solucionar las tareas docentes de una forma creativa, independiente y consciente” (p. 219).

Precisados los elementos teóricos relacionado a la cultura metrológica se procedió a diagnosticar el estado actual de desarrollo de la cultura metrológica en los 144 estudiantes que son utilizados como muestra.

La sistematización de los resultados obtenidos en el estudio diagnóstico, incluyendo la triangulación metodológica de los resultados de la Observación, la Encuesta a estudiantes y la Entrevista a docentes, permite identificar las siguientes regularidades en términos de limitaciones y fortalezas.

#### Limitaciones:

Se aprecian limitaciones en los conocimientos que tienen los estudiantes de los conceptos magnitud y medición; los métodos de medición, el Sistema Internacional de Unidades (SI), la incertidumbre de la medición y la aplicación de las operaciones para la conversión de unidades de medida, la estimación y la medición de magnitudes.

Es bajo el nivel de preparación de los profesores para el tratamiento a los contenidos metrológicos, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria.

La utilización de tareas docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria, en las que se realice la estimación y la medición de magnitudes, así como la conversión de unidades de medida, es muy limitada.

Es insuficiente el control del aprendizaje de los contenidos metrológicos en los estudiantes, así como el tratamiento a valores tales como la colaboración en la realización de las tareas, la responsabilidad en la utilización y cuidado de los instrumentos de medición y la honestidad en el acto de medición

#### Fortalezas:

La inclusión de la medición de magnitudes físicas en los objetivos y contenidos del programa de la asignatura Física en décimo grado, en tanto condicionante que propicia el desarrollo de la cultura metrológica.

La importancia que la mayoría de los profesores concede al desarrollo de la cultura metrológica y el reconocimiento de la necesidad de mejorar la preparación en este ámbito para cumplimentar su objeto social.

Los resultados obtenidos en el estudio diagnóstico corroboran la existencia del problema científico y consecuentemente, del estado de necesidad que justifica la elaboración de un sistema de tareas docentes para el tratamiento a los contenidos metrológicos en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria, que propicie el desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado.

Para la solución a las dificultades anteriores se elaboró una propuesta de tareas docentes, con el propósito de contribuir al desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado, las que contemplan como núcleos centrales las operaciones para la conversión de unidades de medida y la estimación y medición de magnitudes. A continuación, se incluyen ejemplos de estas.

#### Ejemplos de tareas docentes:

1) Un estudiante desea determinar el espesor aproximado de una página de uno de sus libros. ¿Cómo puede hacerlo si para ello solamente dispone de una regla de medición?



- a) Estima los valores aproximados del espesor de una, treinta y cincuenta páginas.
- b) Determina, con ayuda de la regla de medición, el espesor de una página del libro, utiliza para ello el método propuesto por ti y compáralo con el valor estimado.
- c) Determina el valor aproximado de treinta y cincuenta páginas del libro y compáralo con los valores estimados.
- d) Expresa los valores determinados en la unidad básica de esta magnitud en el Sistema Internacional de Unidades.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 2) En ocasiones se deben realizar mediciones con instrumentos que no son los más apropiados para ello, por lo que se requiere emplear diferentes métodos de medición; entre estos casos se encuentra la medición del diámetro de un cable de electricidad flexible con una regla de medición.
- a) Explique el método que emplearía para ello, si dispones de una regla de medición y un lápiz.
- b) Estima el valor aproximado del diámetro del hilo y del alambre.
- c) Determina el valor aproximado del diámetro del hilo y el alambre, utiliza para ello el método propuesto por ti y compáralo con los valores estimados
- d) Expresa los valores del diámetro del hilo y del alambre en la unidad básica de esta magnitud en el Sistema Internacional de Unidades.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 3) Muchas veces es necesario realizar la medición de las dimensiones de diferentes objetos, como por ejemplo de un libro, de una mesa o de una habitación.
- a) Estima los valores aproximada del largo, el ancho y la altura de tu libro de Física, de la mesa de trabajo y del aula.
- b) Determina, utilizando una regla de medición o una cinta métrica, los valores aproximados del largo, el ancho y la altura del libro, la mesa de trabajo y del aula y compáralos con los valores estimados.
- c) Determina el valor aproximado del volumen del libro, la mesa de trabajo y el aula.
- d) Expresa los valores determinados en los incisos b y c en otras unidades en que pueden expresarse estas magnitudes.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 4) Tu papá quiere determinar la cantidad de azulejos que necesita comprar para cubrir una pared, que tiene forma rectangular, con azulejos de dimensiones conocidas y para ello solicita tu ayuda.
- a) Explique el método que emplearías para determinar la cantidad de azulejos que debe comprar.
- b) Estima los valores aproximados del largo y el ancho de la pared seleccionada por ti.
- c) Determina, mediante la utilización de una cinta métrica, los valores aproximados del largo y el ancho de la pared y compáralos con los valores estimados.
- d) Determina la cantidad aproximada de azulejos que se requieren para cubrir la pared, utiliza para ello el método propuesto por ti.



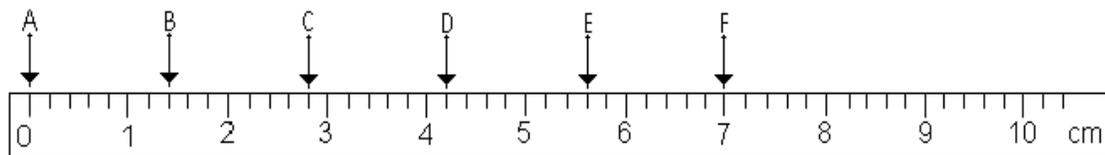
- e) Expresa los valores determinados en el inciso c en otras unidades en que pueden expresarse esta magnitud.
- f) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 5) Uno de tus amigos tiene una caja de alfileres y desea determinar el volumen de uno de ellos.  
¿Cómo debe proceder, si para ello cuenta con una probeta graduada y un recipiente con agua?
- a) Estima el valor aproximado del volumen de un alfiler y de cincuenta alfileres.
- b) Determina el valor aproximado del volumen de un alfiler, utiliza para ello el método propuesto por ti, y compáralo con el valor estimado.
- c) Determina el valor aproximado del volumen de cincuenta alfileres y compáralo con el valor estimado.
- d) Expresa los valores determinados en los incisos b y c en  $m^3$  y  $mm^3$ .
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 6) En el laboratorio se cuenta con una probeta graduada, un gotero y un recipiente con agua y se quiere conocer el volumen de una gota de agua.
- a) Explique el método que emplearía para determinar el volumen de una gota de agua.
- b) Estima los valores aproximados del volumen de una, ciento cincuenta y doscientas gotas de agua.
- c) Determina el valor aproximado del volumen de una gota de agua, utiliza para ello el método propuesto por ti, y compáralo con el valor estimado.
- d) Determina el valor aproximado del volumen de ciento cincuenta y doscientas gotas de agua y compáralos con los valores estimados.
- e) Expresa en  $m^3$  y  $mm^3$  los valores de volumen determinados en los incisos c y d.
- f) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 7) Se necesita conocer el largo de un cuerpo en forma de prisma recto de base rectangular y para ello se dispone de los valores de su ancho y su grosor; de una probeta graduada, en la que cabe el cuerpo, y un recipiente con agua.
- a) Explique el método que utilizarías para determinar el largo del cuerpo.
- b) Estima el valor aproximado del largo y el volumen del cuerpo.
- c) Determina el valor aproximado del largo del cuerpo, utiliza para ello el método propuesto por ti y compara los valores obtenidos con la estimación realizada.
- d) Expresa en  $m^3$  y en m los valores del volumen y el largo del cuerpo, respectivamente.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 8) Todos los días al ir de tu casa a la escuela inviertes un tiempo determinado, el que puede ser mayor o menos en dependencia de la rapidez con que te muevas.
- a) Estima el valor aproximado del tiempo que demoras en ir de tu casa a la escuela, si lo haces caminando y si lo haces corriendo.



- b) Determina, con ayuda de un cronómetro o de un reloj, el tiempo que demoras en ir de tu casa a la escuela, tanto si lo haces caminando como si lo haces corriendo y compáralo con los valores estimados.
- c) Expresa en ms y cs los valores de tiempo determinados.
- d) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 9) En el laboratorio se dispone de una bolsa que contiene varios cuerpos de 50 g de masa cada uno y se quiere determinar cuántos cuerpos hay en la bolsa sin romperla
- a) Explique el método que utilizarías para determinar el número de cuerpos que hay en la bolsa, si dispones de una balanza.
- b) Estima el número de cuerpos que hay en la bolsa, así como el valor aproximado de la masa de la misma.
- c) Determina el número de cuerpos que hay en la bolsa, utiliza el método propuesto por ti y compáralo con el valor estimado.
- d) Expresa en kg el valor de la masa de un cuerpo y de la bolsa respectivamente.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 10) Un estudiante tiene una caja de fósforos y necesita conocer la masa de uno de ellos.
- ¿Cómo debe proceder, si para ello cuenta con una balanza, que no permite apreciar directamente el valor de la masa de un fósforo?
- a) Estima el valor aproximado de la masa de uno, veinte y treinta fósforos.
- b) Determina el valor aproximado de la masa de un fósforo, utiliza el método propuesto por ti y compáralo con el valor estimado.
- c) Determina el valor aproximado de la masa de veinte y treinta fósforos y compáralos con los valores de las estimaciones realizadas.
- d) Expresa en kg, cg y mg los valores determinados en los incisos b y c respectivamente.
- e) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 11) La temperatura corporal de las personas no siempre es la misma, para que lo compruebes se te recomienda la realización de las siguientes acciones.
- a) Toca a varias personas y estima los valores aproximados de su temperatura corporal.
- b) Toma el termómetro y mide los valores aproximados de la temperatura de las personas seleccionadas y compáralos con los valores de las estimaciones realizadas.
- c) Expresa en kelvin (K) los valores de temperatura determinados.
- d) Valora las principales fuentes de incertidumbre en los resultados obtenidos.
- 12) Durante el estudio del movimiento rectilíneo de un corredor se marcó su posición cada 10 s, como se muestra en el esquema.
- a) ¿Qué tipo de movimiento tuvo el corredor? Explica.
- b) Construye una tabla con los valores de posición y tiempo.
- c) Determina el valor de la velocidad del corredor.



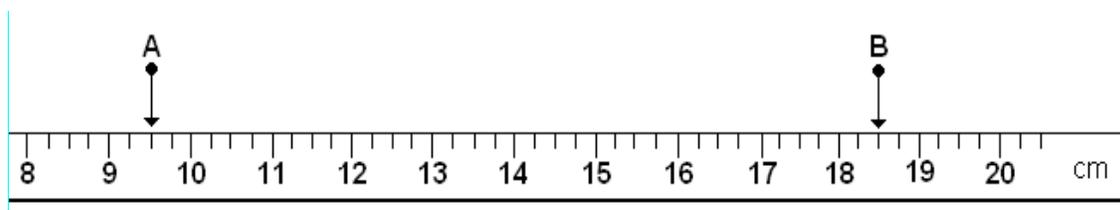
- d) ¿Qué tipo de movimiento tiene el corredor? Explica brevemente  
c) Construye las gráficas de  $v = f(t)$  y  $x = f(t)$  para este movimiento.



**Nota:** 1 cm en la figura equivale a 20 m en la realidad.

13) La figura muestra la escala ampliada de una regla graduada. Si un corredor se mueve de la posición A a la B de la figura con una velocidad de 8 m/s, determina:

- a) La distancia recorrida por el corredor;  
b) El tiempo que demora en ir de la posición A a la B.



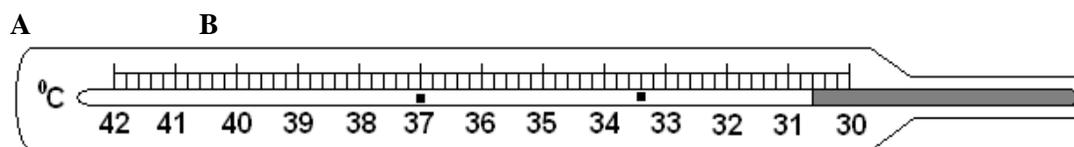
**Nota:** 1 cm en la figura equivale a 10 m en la realidad.

14) En una probeta hay agua hasta cierto nivel. Si se sumerge en el agua de la probeta un cubo de 2 cm de arista, el nivel del agua asciende hasta 24 ml ¿Cuál es el volumen de agua que había en la probeta antes de introducir el cubo?

a) ¿Hasta qué nivel se hubiera elevado el agua, si el cubo solo se hunde un 50 %?

15) En un recipiente vacío se han vertido 3,4 kg de agua ¿Cómo determinar la masa del recipiente vacío, sin sacar el agua de su interior, si para ello dispones además de una balanza?

16) Determina la velocidad con que se mueve la sustancia termométrica, dentro del capilar de un termómetro, si demora 3 s en pasar de la posición A a la B de la figura y además, entre cada valor declarado en la escala hay un centímetro.



El sistema de tareas docentes propuesto tiene como fin la formación integral de los estudiantes, con el objetivo de propiciar el desarrollo de la cultura metrológica en los mismos, de modo que puedan insertarse en un mundo caracterizado por una gigantesca revolución científico-técnica.

Aquí solo se presenta una síntesis del sistema de tareas docentes, que le sirven a los profesores como guía para la elaboración de otras tareas.



## Discusión

Una vez que se aplicaron en la práctica las tareas docentes se procedió a realizar la valoración de la validez de estas, para ello se desarrolló un pre-experimento, organizado en dos etapas: una de pre-test y la otra de post-test. Primeramente, se analizan los resultados obtenidos en la etapa de pre-test (aparecen descritos en el diagnóstico), después los obtenidos en la etapa de post-test y finalmente se realiza la comparación entre los resultados de ambas etapas.

### Análisis de los resultados obtenidos en el post-test.

En la segunda etapa del pre-experimento, el post-test, se empleó la prueba pedagógica con similares características y proceder investigativo que, en el diagnóstico inicial.

El análisis de los resultados de la prueba pedagógica permite apreciar el alto nivel de conocimiento que tienen los estudiantes en la apropiación de los contenidos cognitivos y procedimentales concernientes a la metrología, y consecuentemente, a la cultura metrológica, pues en todos los indicadores el nivel de conocimiento de los estudiantes se evalúa como muy alto o alto, lo que es muestra de un proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, que propicia el tratamiento de los contenidos metrológicos.

Los resultados obtenidos, en esta etapa, permitieron constatar el alto nivel de incidencia de todos los indicadores, por lo que el nivel de desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes es evaluado, de forma general, de alto (MA). Se aprecia un alto nivel en el conocimiento de los conceptos magnitud y medición, los métodos de medición, el SI, la incertidumbre en la medición y en la aplicación de las operaciones para la estimación, la conversión y la medición.

Una vez analizados los resultados de esta etapa, se procedió a realizar comparaciones estadísticas que permitieran llegar a conclusiones sobre las diferencias entre los principales valores alcanzados en la etapa de pre-test y la etapa de post-test.

El análisis del comportamiento de los indicadores de las dimensiones cognitiva y procedimental evidencian el bajo nivel de incidencia en el pre-test, muestra del bajo nivel de apropiación de los contenidos metrológicos y, por consiguiente, del desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes investigados, resultados que contrastan con lo obtenido en el post-test, en el que los indicadores mostraron un alto nivel de incidencia, lo que demuestra la transformación en el nivel de apropiación de los contenidos metrológicos y en el desarrollo de la cultura metrológica, una vez implementado el sistema de tareas docentes.

De este análisis se concluye que el sistema de tareas docentes, contribuye al desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes, lo que es muestra de un proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física que propicia el tratamiento de los contenidos metrológicos.

Es así que puede plantearse que los resultados del pre-experimento evidencian la transformación positiva ocurrida en los estudiantes de décimo grado, en las dimensiones cognitiva y procedimental de la variable desarrollo de la cultura metrológica, lo que pone de manifiesto la validez práctica del sistema de tareas docentes.

Con esta investigación los profesores de Física de la Educación Preuniversitaria disponen de una importante herramienta que les facilita la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje en función del tratamiento a los contenidos metrológicos y del desarrollo de la cultura metrológica en los estudiantes de décimo grado.



Con esta socialización del sistema de tareas docentes y los resultados del pre experimento, se logra mostrar que se puede desarrollar la cultura metrológica en los estudiantes de la Educación Preuniversitaria, objetivo del artículo.

### Referencias Bibliográficas

- Álvarez Yirda, A. (2021). Definición de Estimación. <https://conceptodefinicion.de/estimacion/>
- Álvarez Yirda, A (2021b). Definición de Medición. <https://conceptodefinicion.de/medicion/>
- Armas, M., Elías, R., Fernández, L., Elías, K. y Corrales, O. (2017). La tarea docente en el desarrollo de las habilidades profesionales en el estudiante de Medicina. Revista de Información Científica, 96(3), 477-485.
- <https://revinfcientifica.sld.cu> Editorial de Ciencias Médicas.
- Castillo, Y., Padrón, L.M. (2021). Sistema de tareas docente integradoras: contribución a la formación ética profesional de los estudiantes contadores. Revista Conrado, 17(80), 2016-2022.
- <https://conrado.ucf.edu.cu/indx.php/conrado/article/view/1834>
- Comité de Metrología del Instituto de la Ingeniería de España (2019). La Metrología también existe. (libro digital). Centro Español de Metrología. <https://www.cem.es>
- Guillén, L., Ramírez, C. y Guillén, A. (2020). La tarea docente integradora en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación, XI(2), 106–116
- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7682667>
- López, E., Pérez, M., Cabrera, Y., López, E., Escoriza, T.M. y Gálvez, A.M. (2021). Consideraciones acerca del desempeño metrológico en unidades de salud. Revista Medisur, 19(1), 1-15.
- <https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4530>
- Lorena, H., A., Castillo, P.F. y A., Arzate (2017). Física. Academia de Ciencias Básicas. Universidad Tecnológica de Chihuahua. México. <https://www.utch.edu.mx>
- Rodríguez, R.J., Rodríguez, R. y Maceo, L.M. (2022). Propuesta de tareas docentes para el desarrollo del trabajo independiente desde la asignatura Educación Física. Revista Arrancada, 22(41), 129-144. <https://revistarrancada.cujae.edu.cu>
- Torres, M.D., Rodríguez, M. y Prendes, J.A. (2021). Las tareas docentes integradoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química inorgánica. Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación, XII(5), 87-98. <https://revistas.ult.edu.cu>

### Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos que este manuscrito es original, no contiene elementos clasificados ni restringidos para su divulgación ni para la institución en la que se realizó y no han sido publicados con anterioridad, ni están siendo sometidos a la valoración de otra editorial.

Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios, conflictos de interés ni éticos.

### Contribuciones de los autores



Autor 1.MSc. Tebelio Herrera Basabe: redacción del artículo, fundamentos teóricos, diseño de la metodología, tratamiento informático. (60%)

Autor 2.Dr.C. Juan José Hernández Casas: fundamentos teóricos metodológicos, revisión de todo el contenido. (20%)

Autor 3.Dr. C. Rafael Antonio Hernández–Cruz Pérez: revisión de todo el contenido. (20%)

