



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Desarrollo de una propuesta para la enseñanza del proceso de medida en la física en el grado octavo de educación secundaria

Nora Elena Orrego García

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2013

Desarrollo de una propuesta para la enseñanza del proceso de medida en la física en el grado octavo de educación secundaria

Nora Elena Orrego García

Trabajo final presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

M. Sc., Jorge Iván Gómez Gómez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2013

Porque las cosas buenas de la vida, se enseñan mejor con ejemplos, que con palabras.

A mis padres

*María Lucrecia García Henao
Luis Alfonso Orrego*

Agradecimientos

La autora expresa sus agradecimientos a:

M. Sc., Jorge Iván Gómez Gómez, director del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, por sus grandes aportes. También por su paciencia, dedicación, motivación y orientación en la realización de este trabajo.

Mi familia, por las constantes expresiones de apoyo.

Los estudiantes del grado octavo 2012 de la I.E. Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación, por el entusiasmo y dedicación en el desarrollo de la labor de campo.

Las directivas de la institución, por la confianza para el desarrollo de la propuesta y por propiciar el tiempo y el espacio.

Resumen

La intención de esta propuesta es diseñar e implementar una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje del proceso de medida en la física en el grado octavo de educación secundaria en la Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación.

La propuesta está diseñada como una unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS), enfocada hacia el manejo de competencias, integrando los estándares establecidos en el Ministerio de Educación y los lineamientos curriculares de las áreas de ciencias naturales y matemáticas con el proceso pedagógico-investigativo de la institución.

La adopción de nuevas prácticas pedagógicas, donde el que aprende es el protagonista de su aprendizaje, empieza a mostrar avances en la construcción de conceptos con sentido y significado.

Palabras clave: UEPS: Unidades de enseñanza potencialmente significativas, competencias básicas, estándares, enseñanza-aprendizaje.

Abstract

The intent of this proposal is to design and implement a teaching strategy for teaching-learning process in physics as in the eighth grade in high school Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación.

The proposal is designed as a teaching unit potentially significant (UEPS), focused on management competencies, integrating the standards established in the Ministry of Education curriculum guidelines and areas of natural sciences and mathematics with the investigative process of pedagogical the institution.

The adoption of new teaching practices, where the learner is the protagonist of their learning begins to show progress in the construction of concepts with meaning and significance.

Keywords: UEPS: potentially significant teaching units, basic competencies, standards, teaching-learning.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas	XIII
Introducción	1
1. Resumen histórico y epistemológico de la metrología.	3
2. Estado del arte.....	5
3. Contexto para la propuesta pedagógica y didáctica.	9
4. Propuesta práctica para la enseñanza de la metrología en el grado octavo.....	13
5. Resultados y análisis de resultados.	17
5.1 Resultados.....	17
5.2 Análisis de resultados.....	22
6. Conclusiones y recomendaciones.....	25
A. Anexo: Rúbrica mediciones.	27
B. Anexo: Preguntas iniciales sobre metrología	29
C. Anexo: Cuestionario de mediciones.....	31
Bibliografía	33

Lista de figuras

	Pág.
Figura 5-1 Construcción de mándalas.....	18
Figura 5-2 Relacionando áreas del conocimiento.	19
Figura 5-3 Detalles de contenido.	19
Figura 5-4 Calibradores contruidos en papel.....	20

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1 Estándares ciencias naturales ciclo 4, relacionados con mediciones.	5
Tabla 2-2 Estándares matemáticas ciclo 4, relacionados con mediciones.	6
Tabla 5-1 Resultados cuestionario de mediciones grupo 8-1	22
Tabla 5-2 Resultados cuestionario de mediciones grupo 8-2	22

Introducción

Es en la escuela básica donde se espera que el niño aprenda los fundamentos del saber y del hacer, allí están incluidos muchos aspectos que harán de él un gran científico, ingeniero, o cualquier otro tipo de profesional que requerirá tomar medidas, reportar datos, hacer cálculos, elaborar proyectos. Hoy la escuela en su ciclo básico debe avizorar más allá de preparar el niño con pequeñas introducciones en los temas y quehaceres. Instituciones como el Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación¹ buscan, para el desarrollo de las competencias y para propiciar el desarrollo de otros aspectos, usar el Aprendizaje por Proyectos como estrategia de enseñanza.

Habilidades como medir, conversión de unidades, cálculo de inexactitudes, se convierten en imprescindibles para chicos de grado octavo que deben presentar informes y reporte de sus actividades, y que hasta ahora no han visto asignaturas como física, y lo más cercano con la temática de la medición, es desde las matemáticas.

Uno de los principales problemas detectados al iniciar el curso de física en el grado octavo, es la dificultad de medir, (entendiéndola como la posibilidad de dimensionar, de calcular, de proyectar y de decidir sobre algo). El desconocimiento de lo que son las magnitudes (longitud, masa, tiempo, temperatura, etc.), las unidades (metro, pulgadas, gramos, etc.), los instrumentos de medición, ha hecho que los jóvenes en forma reiterada den respuestas como:

P//: (Enseñándoles un cubo de 5 cm de arista) ¿Cuál es el volumen de este cubo?

R//: 10 gramos

¹ Institución de carácter oficial del municipio de Medellín, conformada mediante convenio por el Sena, la Secretaría de Educación y la Fundación Loyola, para desarrollar un modelo de formación integral e innovador, fundamentado en la investigación por proyectos colaborativos en ciencia y tecnología. Creada por Resolución N° 00003 de Enero 5 de 2010. Inicia labores el 1 de febrero de 2010.

P//: ¿Cuál crees que es la distancia entre la tierra y la luna?

R//:12000 m².

De hecho para la mayoría de los jóvenes de secundaria cuando se les indaga por medir, se remiten en forma casi exclusiva a longitudes, olvidando o ignorando las demás magnitudes físicas.

Me propongo entonces **Desarrollar una propuesta para la enseñanza del proceso de medida en la física en el grado octavo de educación secundaria** en la I.E. Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación.

Con la intención de mejorar mi labor docente, deseo implementar una propuesta acorde con el modelo y la metodología institucional. Es la experiencia de dos años en la institución lo que me permite soñar que, con un nuevo grupo de estudiantes, la estrategia de mezclar el juego y la rigurosidad de una disciplina como la física, producen un verdadero aprendizaje. Las capacidades que pretendo se adquieran incluyen: reconocer y valorar la importancia de medir; comprobar del resultado de algunos experimentos; que toda medida que se realice está acompañada de un margen de no certeza; además, entender los fundamentos de los sistemas de unidades, manejar cifras significativas y, aplicar este conjunto de saberes y destrezas en la toma de datos y en la presentación de sus proyectos.

1 Resumen histórico y epistemológico de la metrología.

Las religiones han sido, de alguna forma, veedoras del tema de las mediciones y es así como encontramos elevados pensamientos entre mezclados con prescripciones y recomendaciones en libros sagrados como: La Biblia², El Corán³ y El Talmud⁴.

Cuando en la educación media se da la separación entre las ciencias naturales y se inicia en forma independiente la enseñanza de la física y la química, se presenta el método científico como la primera herramienta que el estudiante debe manejar para lograr un buen desempeño en estas asignaturas, y se plantean las siguientes etapas: la observación, el experimento y el análisis, la construcción de hipótesis y la subsiguiente comprobación de éstas.

Cada una de estas etapas trae consigo todo un proceso de desarrollo que ha tomado siglos para ser validado. En él han aportado ciencias o áreas tan diversas como la filosofía, las matemáticas y otras.

La medición definida como la estimación de las relaciones numéricas (o coeficientes) entre las magnitudes de un atributo cuantitativo y una unidad. (Michell, 2005) Al revisar esta definición se encuentran que necesita desarrollos en los conceptos de: relación, razones entre magnitudes inconmensurables, atributo cuantitativo, cantidades no extensivas, estructura cuantitativa y su relación con índices y números reales.

²Génesis 6,14-16; Levítico 19,35-36

³“En nombre de Alá, el muy Misericordioso, desgraciados aquellos que defraudan en el peso o en la medida.; cuando miden contra los otros utilizan una medida completa, pero cuando miden o pesan para ellos la disminuyen”

⁴“El tendero está obligado a limpiar sus medidas dos veces por semana, sus pesas una vez por semana y sus balanzas después de cada pesada”

Las contribuciones en la generalización de las mediciones datan de los antiguos Griegos; así por ejemplo, tenemos a **Aristóteles** quien considera dos clases de cantidades: los números y las magnitudes. Las magnitudes son continuas, mientras los números son discretos. Las magnitudes corresponden a la geometría y los números a la aritmética. Para Aristóteles, la actividad de medir consistiría en el proceso mediante el cual se determina la cantidad. **Euclides** quien para desarrollar su teoría de cantidades, establece unos instrumentos teóricos denominados: nociones comunes, los cuales corresponden a propiedades que se cumplen al operar las magnitudes o los números. **Diofanto** define número como colección de unidades, pero admite soluciones racionales positivas. Aunque no establece un método general para operar con fracciones, lo hace en casos particulares, utilizando la regla de los signos, que incorpora al inicio de su obra sin dar una argumentación lógica o intuitiva. (Recalde, 2004)

Hacia la edad media los trabajos de **Nicole Oresme**, "*en la contribución a la representación geométrica de las intensidades y de la cantidad de una cualidad lineal*" (Ramírez Cruz, 2007),

En trabajos más recientes encontramos aportes de: **Otto Hölder**, quien observa que la relación entre lo geométrico y lo aritmético corresponde a la conexión entre los procesos de medir y contar.

Encontramos así que son muchos y grandes pensadores de la humanidad quienes han aportado al avance de la metrología como ciencia.

2 Estado del arte.

Con relación al estado del arte solo se abordaran los aspectos atinentes a Colombia y en particular al ámbito escolar.

Buscando fortalecer el desarrollo de la metrología científica e industrial en Colombia, mediante decreto 4175 de noviembre 3 de 2011 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, se crea el Instituto Nacional de Metrología, INM.

En el ámbito escolar es aún desconocida la existencia de este instituto, y por tanto no hay literatura que indique propuestas para trabajo en el aula. Por esto nos limitaremos a revisar y analizar desde la propuesta del Ministerio de Educación, estándares para los grados octavo y noveno, correspondientes al ciclo 4 de básica secundaria el tema de la metrología, básicamente desde dos áreas: el área de ciencias naturales (MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, 2004) y el área de matemáticas (MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, 2003).

Tabla 2-1 Estándares ciencias naturales ciclo 4, relacionados con mediciones.

EJES ARTICULADORES	ESTANDAR BASICO DE COMPETENCIA
“...me aproximo al conocimiento como científico-a natural”	“Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.”
	“Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.”
“...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales”	“Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales.”

Tabla 2-2 Estándares matemáticas ciclo 4, relacionados con mediciones.

TIPO DE PENSAMIENTO	ESTANDAR BASICO DE COMPETENCIA
"Pensamiento numérico y sistemas numéricos"	"Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos."
	"Resuelvo problemas y simplifico cálculos usando propiedades y relaciones de los números reales y de las relaciones y operaciones entre ellos."
	"Utilizo la notación científica para representar medidas de cantidades de diferentes magnitudes."
"Pensamiento métrico y sistemas de medidas"	"Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y ángulos con niveles de precisión apropiados."
	"Justifico la pertinencia de utilizar unidades de medida estandarizadas en situaciones tomadas de distintas ciencias."

Es posible considerar que si nuestros niños y jóvenes son hábiles para el uso de tantos aparatos novedosos como celulares, equipos de juego y demás, la destreza de medir magnitudes físicas, interpretarlas y reportarlas adecuadamente depende más de enfrentarse a la necesidad, que de requerir un entrenamiento o capacitación a nivel de la pos secundaria.

Por naturaleza el hombre compara desde su más tierna infancia. Sin hacerse consciente, está realizando mediciones y manejando conceptos tan abstractos como el de cantidad, a través de juegos, y cuando se dice por ejemplo que queremos "más" de algo, nos estamos enfrentando al mundo de las medidas; los patrones de estas medidas no son ni mucho menos estandarizados pero funcionan a la hora de establecer las reglas del juego.

Aceptando que el propósito de una medición es obtener un valor aproximado al verdadero, y que sea igual, independiente de quien y donde lo realice, estamos reconociendo también que existen los errores de medición y que se requieren unidades o patrones únicos para lograrlo.

De otro lado, la exactitud y la precisión son conceptos que cobran importancia casi exclusiva cuando hacen parte de una necesidad de cálculo o montaje, ya que por sí solos carecen de sentido y pertinencia.

Cada una de las magnitudes básicas y algunas de las magnitudes derivadas han tenido todo un historial en cuanto al desarrollo de los instrumentos y las formas de medir, ya sean directas o indirectas. Estos procesos están ligados al desarrollo técnico y científico de la humanidad desde sus inicios y hasta hoy no han cesado, (como es el ejemplo de la velocidad de la luz comparada con el movimiento de los neutrinos).

3 Contexto para la propuesta pedagógica y didáctica.

La Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales adoptó la práctica docente en instituciones como una modalidad de Trabajo Final. Dicha práctica docente puede consistir en alguna de las siguientes actividades: propuesta de enseñanza para el aula, experiencia de aula, corrección y ampliación de textos guías, elaboración de unidad didáctica, elaboración de material didáctico.

Como docente de planta de la I. E. Colegio Loyola desde sus inicios y conociendo a profundidad su funcionamiento, lineamientos, forma de trabajo y ante la necesidad de aplicar la práctica docente requerida en la maestría, las directivas dan el aval para que ésta se realice en la modalidad de propuesta de enseñanza para el aula.

El proceso pedagógico que se desarrolla en la I.E. Colegio Loyola para la ciencia y la innovación y cuyo fundamento es la teoría constructivista⁵, está basado en el aprendizaje por proyectos, el trabajo colaborativo y el aprendizaje en Ciencia y Tecnología mediado por el uso de las Tics; con un método investigativo transversal e integrador de las diferentes áreas del saber y un enfoque por competencias, en el cual el estudiante es protagonista en la construcción de su conocimiento, haciendo uso de competencias ciudadanas y comunicativas para dar solución a problemáticas de su entorno, ya que son estas las que le dan sentido a los nuevos conocimientos; direccionado al contexto y modelo de formación de ciudad.

⁵*“El punto de partida para la construcción de este modelo es la teoría constructivista del aprendizaje significativo descrita inicialmente por Ausubel y desarrollada en múltiples aspectos por otros autores (Novak, Vigotsky, Bruner, etc.).”*Nota textual tomada del PEI de la I.E. Colegio Loyola para la ciencia y la innovación, página 13 ***Acerca de los aspectos metodológicos.***

Desde sus inicios en el año 2010, la institución ha trabajado con un macro proyecto por grado, para el año 2012 el macro proyecto propuesto para el grado 8° es la ECOAUDITORIA, a partir de este, cada equipo de trabajo (conformado por 5 estudiantes) plantea una pregunta problematizadora basada en una necesidad que ha detectado.

Este trabajo por proyectos se sustenta en unos principios pedagógicos como son: El aprendizaje significativo, la identidad y la diversidad, el aprendizaje interpersonal activo, la investigación sobre la práctica, la globalidad y la evaluación procesal.

Tales aprendizajes son significativos (como los plantea Ausubel) partiendo de los intereses de los jóvenes, de sus experiencias y conocimientos previos (esta se considera la variable que más influencia el aprendizaje significativo). Siendo los estudiantes quienes observan, plantean la problemática y proponen alternativas de solución, se puede asegurar que es muy alta la asimilación de las actividades de aprendizaje; la nueva información, dado que parte de su necesidad, es adquirida de forma significativa y en consecuencia la estructura cognitiva facilita la retención del nuevo contenido.

Los aspectos de inclusión y diversidad en la institución se abordan desde el ingreso y como parte del proyecto educativo institucional PEI, la institución a través de una convocatoria abierta invita estudiantes de toda la ciudad a participar de unas actividades para evaluar actitudes y aptitudes hacia la forma de trabajo colaborativo. En la actualidad se encuentran matriculados en la institución jóvenes de todas las comunas de Medellín, incluidos corregimientos y municipios vecinos, pertenecientes a estratos socioeconómicos 1, 2, 3 y 4.

La conformación de los equipos de trabajo es un proceso orientado por los docentes, pero realizado por los mismos jóvenes, según afinidad de gustos y expectativas académicas. El trabajo por roles permite en los estudiantes un aprendizaje interpersonal activo, puesto que las funciones de líder, comunicador o relator y utilero son rotadas y todos tienen la oportunidad de ejercerlas durante el año lectivo.

Se encuentra así un marco adecuado para la pedagogía activa, pues en ella se conciben elementos como la autonomía, la capacidad de interpretar, indagar, criticar, inventar.

El papel del profesor es entonces el de organizador de la enseñanza y mediador de la captación de significados, seleccionando cuidadosamente los contenidos acordes con las situaciones problema de cada equipo de trabajo.

La inmersión de la investigación en la escuela ha sido una preocupación de la administración municipal y por ello se creó la institución con dicho énfasis, en adición, la dotación de laboratorios por parte del SENA es de gran calidad con equipos de vanguardia y personal profesional que complementa la parte académica realizando asesorías por equipo de trabajo y de acuerdo a los énfasis de los encargados.

Externamente a la institución algunos estudiantes han logrado contactos con profesionales y docentes universitarios que hacen grandes aportes a los procesos de investigación.

Aunque desde el ministerio de educación se fijan lineamientos y estándares por grupos de grados o ciclos, es la institución la encargada de definir la malla curricular con sus alcances y profundidad. Es por ello que los contenidos propios del grado como la temática específica requerida según el proyecto se manejan desde las asignaturas.

En cuanto a los procesos evaluativos se define en el sistema institucional de evaluación, SIEE⁶, pág. 8:

El proceso de evaluación

“Según lo promulga el currículo institucional, se evaluará desde una perspectiva multidireccional, donde mancomunadamente participen, docentes, alumnos, padres y/o representantes, para analizar, evaluar y tomar decisiones más pertinentes según cada situación de aprendizaje, tomando en consideración las diferentes individualidades de cada alumno, con el propósito de interrelacionar los procesos de enseñar y aprender

⁶ El decreto 1290 de 2009 emanado de Ministerio de Educación, otorga a los establecimientos educativos la autonomía para crear su sistema institucional de evaluación de los estudiantes SIEE.

para reflexionar sobre las causas y factores de progresos y limitaciones de los alumnos, valorando el proceso educativo como una importante actividad de orientación del aprendizaje.

En la Institución Educativa la evaluación se realiza en forma continua durante cada período académico, teniendo en cuenta las siguientes formas:

Autoevaluación: La hace cada estudiante de su propio proceso, basada en unos criterios de desempeño que se han definido institucionalmente y que están relacionados en este mismo documento, los cuales deben darse a conocer al estudiante y a su familia desde el inicio del año.

Coevaluación: La realiza cada equipo de trabajo, direccionada por el líder y orientada por el director de grupo, basada en unos criterios de desempeño que se han definido institucionalmente y que están relacionados en este mismo documento, los cuales deben darse a conocer al estudiante y a su familia desde el inicio del año.

Heteroevaluación: La realiza el docente de acuerdo con los criterios de desempeño para medir las competencias establecidas previamente en el plan de área y que deben darse a conocer al estudiante y a sus familias.

Características de la Heteroevaluación:

Se debe elaborar sobre una rúbrica que incluye como mínimo tres de las técnicas para evaluar definidas en este mismo documento.”

La institución tiene definida una plantilla para evaluación, y la rúbrica específica sobre el tema de mediciones para el grado octavo; este se puede observar en el Anexo A. allí aparecen los criterios a evaluar y se categoriza por niveles de desempeño, incluye las formas definidas en el SIEE.

4 Propuesta práctica para la enseñanza de la metrología en el grado octavo.

El deseo de cambiar algunos de los estilos como nuestros profesores abordaron en su momento la forma de enseñarnos, ha generado siempre la inquietud de cómo hacerlo más agradable, activo, y que involucre al mismo estudiante en su proceso, que cause un conocimiento real, que no sea un repetir de fórmulas o discursos.

A lo largo de más de 12 años en el ejercicio docente esta inquietud se ha convertido en una búsqueda de un esquema general que reúna estas características, y fue con el curso de seminario proyecto de trabajo final que se logró un mejor acercamiento a las teorías del aprendizaje de autores como *Ausubel*, *Novak* y *Vigotsky*, que son reunidas y muy bien enlazados en los trabajos de Marco Antonio Moreira.

Por ello y basados en lo que Marco Antonio Moreira llama Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa⁷(UEPS) se plantea la siguiente secuencia. (Moreira)

1. **Situación inicial:**
2. **Situaciones problema:**
3. **Profundización:**
4. **Nueva situación problema con nivel más alto de complejidad:**
5. **Evaluación de los estudiantes:**
6. **Clase expositiva integradora final:**
7. **Evaluación de la UEPS:**

⁷Son secuencias de enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases.

1. **Situación inicial:** Se motivará a los estudiantes para que respondan una entrevista, en la cual se les indagará sobre el conocimiento de objetos cotidianos como: reloj, calendario, escuadra; y otros no tan comunes como: dinamómetro, termómetros de banda y de mercurio, pie de rey, balanza, buscando que ellos relacionen con el tema y aplicaciones tecnológicas afines sobre las que hayan escuchado o hayan visto. Cada estudiante podrá conectar libremente sus conocimientos previos. Al finalizar la clase se abrirá un espacio para que compartan sus ideas con el grupo y luego entregarán al docente su trabajo individual. Para esta actividad se destinará una clase.

2. **Situaciones problema:** Como parte del proyecto integrador de grado, los estudiantes han realizado una observación de las condiciones e instalaciones del colegio, para proponer los temas sobre los cuales desean iniciar su proceso de investigación. Estas experiencias se usarán para facilitar la realización de descripciones cualitativas por parte de los estudiantes. Tras la observación de las actividades, se proponen las siguientes preguntas (ver anexo B)
 - a. ¿Qué se puede medir?
 - b. ¿Para ti que es una cantidad y que es una cualidad?
 - c. ¿Quién crees que fue el primero en medir la distancia entre la tierra y el sol?, ¿se mide o se calcula?
 - d. ¿Sabes cuál es tu masa actual?
 - e. Si la materia está constituida por átomos, ¿Cómo está constituido el tiempo?
 - f. ¿Calienta realmente una manta?
 - g. Escuchaste hace unos días que se atrasarían los relojes en el mundo, ¿Por qué y para que lo harían?, ¿Este hecho implicara que viviremos más o menos tiempo?

El docente modera la intervención del grupo, motivando la curiosidad sobre los fenómenos observados y alienta la generación de nuevas preguntas e hipótesis sobre aspectos relacionados, esto con el fin de propiciar su autonomía y creatividad. La orientación del docente no debe estar enfocada a concluir.

A continuación se les pide a los estudiantes revisar sus notas y materiales trabajados en clases de metodología de la investigación y de matemáticas sobre el tema de variables dependientes e independientes y relacionarlo con su propuesta investigativa.

Durante la clase se da tiempo para que los estudiantes lo discutan en su equipo, luego expondrán las ideas relevantes frente a todo el grupo y finalmente cada equipo explicará por escrito, con sus propias palabras. Tiempo destinado dos clases.

NOTA: a manera de sondeo y como complemento de la revisión de conocimientos previos se aplica el cuestionario de mediciones (ver anexo C), que es el mismo instrumento diseñado como prueba final del tema. Su duración máxima es de 15 minutos.

3. Profundización: El profesor introducirá los conceptos de magnitudes fundamentales y derivadas, unidades y patrones, múltiplos y submúltiplos del sistema internacional. Se propone a los estudiantes el desarrollo de una mándala⁸ sobre patrones de medida, se sugiere como materiales de consulta <http://fisica.udea.edu.co/.../Patrones%20de%20medida%20estandar.pdf>.

Lo anterior tomará tres clases.

4. Nueva situación problema con nivel más alto de complejidad: Su propósito es ilustrar el problema de los diferentes errores de medición y las cifras significativas se sugiere la construcción de calibradores de papel, además de generar conocimiento declarativo y conceptual en el aula. Este laboratorio permitirá que cada grupo de trabajo colaborativo construya su propio material de experimentación y a partir del procedimiento sugerido pueda interpretar los resultados, también tendrá la posibilidad de establecer conjeturas e inferencias. Así mismo, a partir de las preguntas sugeridas, el estudiante podrá profundizar su conocimiento.

5. Evaluación de los estudiantes: La evaluación sumativa o heteroevaluación del aprendizaje se valorará según las actividades realizadas durante las clases: informe

⁸ Es un símbolo antiguo de forma circular, que desde hace algunos años ha sido usado con frecuencia en las escuelas, y según reza la sabiduría popular, es adecuado cuando se desea que lo que allí se escriba se convierta en mandato o verdadero conocimiento.

escrito e informe de la construcción de calibradores de papel. Además, el docente valorará todo lo que pueda ser evidencia de aprendizaje significativo.

6. **Clase expositiva integradora final:** El docente mostrará ejercicios de las leyes y situaciones físicas de las experiencias de aula indicando la manera como se efectúan operaciones matemáticas que permitan modelar, en general, el fenómeno estudiado. Con esto se pretende procurar la etapa de la interiorización del aprendizaje significativo.
7. **Evaluación de la UEPS:** A partir de las evidencias del aprendizaje significativo (numeral 5) se analiza la pertinencia de la UEPS y se hacen las modificaciones que se consideren convenientes. Se aplica nuevamente el cuestionario de mediciones del anexo C.

5 Resultados y análisis de resultados.

5.1 Resultados.

Se trabajó con la población de la Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación, en los grupos 8-1 y 8-2 para aplicar la propuesta. El grupo de análisis está formado por 30 estudiantes en total, seleccionados 15 al azar de cada uno de los grupos. Son jóvenes entre hombres y mujeres que tienen edades que oscilan entre 13 y 16 años, y con los que se manejaron los mismos temas.

Al inicio de la entrevista los jóvenes estuvieron participativos pero tímidos por el tipo de preguntas; se considera que el esquema de las preguntas les causó susto.

1. **Situación inicial:** en general, los jóvenes tienen claridad frente a los conceptos de medir y de calcular, mostraron poco conocimiento de los instrumentos de medición incluyendo algunos considerados de uso común. Asocian el término tecnología casi exclusivamente con computadores.
2. **Situaciones problema:** Durante la etapa de observación y detección de posibles situaciones para eco auditar, los jóvenes tuvieron una visión más crítica que muchos de los directivos y docentes, frente a los riesgos inminentes que presentan las instalaciones tanto interna como externamente.

Abordaremos las preguntas una a una.

¿Qué se puede medir? Todos los jóvenes respondieron que todo puede ser medido.

¿Para ti que es una cantidad y que es una cualidad? 80% de los chicos no respondieron, los demás no fueron acertados en sus respuestas.

¿Quién crees que fue el primero en medir la distancia entre la tierra y el sol?, no dieron ninguna respuesta.

¿Se mide o se calcula? La afirmación más común fue se calcula, con un 90% .

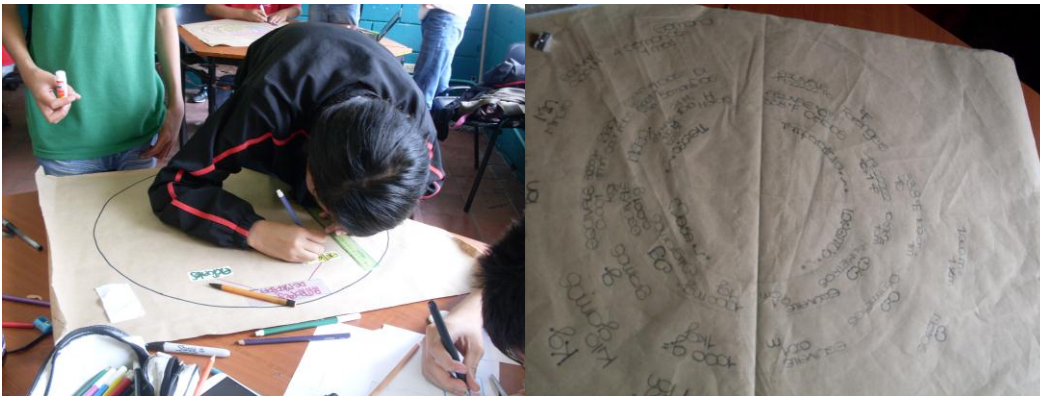
¿Sabes cuál es tu masa actual? Ninguno dio una respuesta.

Si la materia está constituida por átomos, ¿Cómo está constituido el tiempo? Segundos y milésimas de segundo fueron sus respuestas.

Escuchaste hace unos días que se atrasarían los relojes en el mundo, ¿Por qué y para que lo harían?, ¿Este hecho implicara que viviremos más o menos tiempo?, ¿Calienta realmente una manta? Al respecto manifestaron inquietudes, las cuales mostraron que no tuvieron claridad respecto a estas preguntas. Solo dos se atrevieron a responderlas, aunque equivocadamente.

3. **Profundización:** adicional al material sugerido como fuente para la elaboración de sus mándalas, figura 5-1, los jóvenes intercambiaron información de varias páginas que previamente habían explorado.

Figura 5-1 Construcción de mándalas



Para iniciar la realización de las mándalas se evidenció el uso de recursos y estrategias aprendidas en otras asignaturas; como lo vemos en la figura 5-2, emplean un lazo tenso como compás para trazar un círculo. Mirando más en detalle el contenido de algunos de los mándalas, en la figura 5-3 se aprecia como algunos confunden unidades con magnitudes, en otros se nota una buena apropiación en las abreviaturas de las unidades en sus múltiplos y submúltiplos y ubican en la misma categoría unidades y magnitudes.

Figura 5-2 Relacionando áreas del conocimiento.**Figura 5-3** Detalles de contenido.

En el grupo 8-1 idearon una competencia de formas de presentar su trabajo, se escucharon relatos de amor entre múltiplos y submúltiplos, composiciones con ritmo de rap entre otros.

“Los patrones de medida, del pasado, hasta la actualidad, han marcado pautas en las formas de medidas dar, estandarizadas, creadas, empleadas, rezagadas para una forma mundial (total) estructural imponiendo la veracidad, que marcara, realidad que perdurara en el ámbito mundial .Dados por el si rezagando la verdad que por ahora y al final es el que perdurara.

Hay presente, pasado y futuro no hay lo único que vivimos es solo la actualidad donde el metro predomina y se divide en muchos más, también se multiplica para la medida final.”⁹

4. **Nueva situación problema con nivel más alto de complejidad:** La actividad consistió en trazar y cortar el perfil de una mordaza fija de un calibrador en una pieza de cartulina, luego la mordaza, móvil con algunas modificaciones, para poder insertarla en el cuerpo fijo.

En las etapas anteriores el nivel de complejidad era menor, ahora cada estudiante debió enfrentar el proceso de medida, midiendo, es decir haciendo uso de lo aprendido. Con el fin de obtener un instrumento funcional se requería aplicar adecuadamente el trazado, el corte y el ensamble de las piezas.

La construcción de calibradores de papel fue una experiencia que resultó muy divertida y les permitió intercambiar ideas y soluciones, considerada compleja para algunos, desde el trazado, el corte y la ubicación de las mordazas y por supuesto las escalas de medida. La variedad de calibradores construida se observa en la figura 5-4.

Figura 5-4 Calibradores construidos en papel



⁹ Texto sin correcciones enviado por los autores: Tatiana Lora Pérez, Leidy Posada Cuartas, Santiago Loaiza Giraldo, Darieny Liseth Cano Gómez.

5. **Evaluación de los estudiantes:** se recogen todos los trabajos sobre el tema que se han desarrollado hasta el momento durante las clases: informe escrito de aplicaciones tecnológicas afines, observación de las condiciones e instalaciones del colegio, aplicación del anexo B sobre preguntas iniciales, las mándalas e informe de la construcción de calibradores de papel. y se llevan al portafolio de evidencias del equipo de trabajo.

La valoración se realiza según dos criterios: nivel de participación y conclusión de la tarea, independiente de su calidad.

6. **Clase expositiva integradora final:** (debido a algunas dificultades de tiempo se hicieron modificaciones en esta etapa). De acuerdo con lo expresado por los jóvenes, tanto en la entrevista como en la discusión en clase, se determinaron los temas relacionados con la metrología que van a ser ampliados en clase. Ellos son: Magnitudes y unidades o patrones y errores de medición. Se trabaja con diversos textos y guías para niños y jóvenes, a cada equipo se le pide que consulte un libro que tenga en su casa o una fuente de internet diferente y la comparta con el grupo, las indicaciones son: que no puede repetirse fuente, debe ser lo más completo y claro posible, este material será presentado al grupo después de explorarlo.
7. **Evaluación de la UEPS:** se aplica nuevamente el instrumento llamado cuestionario de mediciones, se lleva a cabo la autoevaluación y la coevaluación, por último se da una valoración a cada individuo a la luz de la rúbrica de evaluación de mediciones del anexo A.

En las tablas 5-1 y 5-2; las columnas están encabezadas por palabras para reconocer la esencia de la pregunta, se consignaron los resultados obtenidos en los dos momentos de aplicación del cuestionario y aparecen bajo cada pregunta como inicial y final; los literales de la primera columna corresponden a las opciones de respuesta de la prueba.

Las casillas resaltadas corresponden a la opción de respuesta considerada más acertada o aproximada; los porcentajes en la última fila están calculados con los aciertos obtenidos sobre la base de 15 participantes por grupo.

Tabla 5-1 Resultados cuestionario de mediciones grupo 8-1

8_1	necesidad de SI		elementos medir tiempo		patron		exactitud		cifras significativas		magnitud física		prefijos SI		magnitudes derivadas		factores afectan medicion		exactitud cantidad-cualidad	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
a	1	2	0	1	3	3	1	4	0	6	0	0	2	1	2	1	1	2	12	3
b	3	2	1	3	12	9	5	8	5	4	4	1	5	10	0	5	4	4	3	11
c	10	10	2	1	0	2	2	0	9	3	0	1	6	3	12	6	5	7		
d	1	0	12	9	0	0	7	2	1	1	11	12	2	0	1	2	5	1		
%	66.7	71.4	80	64.3	80	64.3	33.3	57.1	60	21.4	73.3	85.7	33.3	71.4	80	42.9	33.3	50	20	78.6

NOTA : Las casillas resaltadas corresponden a la opcion de respuesta correcta

Tabla 5-2 Resultados cuestionario de mediciones grupo 8-2

8_2	necesidad de SI		elementos medir tiempo		patron		exactitud		cifras significativas		magnitud física		prefijos SI		magnitudes derivadas		factores afectan medicion		exactitud cantidad-cualidad	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
a	1	0	1	2	4	6	0	0	2	4	0	1	1	2	3	0	1	1	12	7
b	1	0	2	1	11	8	7	9	2	5	3	5	8	8	2	2	1	1	3	7
c	13	13	0	1	0	0	6	4	7	4	0	0	5	4	8	10	6	10		
d	0	1	12	10	0	0	1	1	3	1	12	8	1	0	0	1	6	2		
%	86.7	92.9	80	71.4	73.3	57.1	46.7	64.3	46.7	28.6	80	57.1	53.3	57.1	53.3	71.4	40	71.4	20	50

NOTA : Las casillas resaltadas corresponden a la opcion de respuesta correcta

5.2 Análisis de resultados.

En general el aspecto actitudinal es admirable ya que ninguno de los jóvenes se negó a participar de las diferentes actividades programadas y ejecutadas, por el contrario fueron muy proactivos y ellos mismos propusieron tareas y formas de trabajo.

Respecto al desempeño en el cuestionario de mediciones es importante notar que al inicio los grupos tuvieron resultados poco homogéneos, mientras en el momento final son un poco más equilibrados; aun así los porcentajes de aciertos posicionan a los jóvenes en un desempeño básico, y alto en algunos casos, según la rúbrica de mediciones.

Ahora haremos comparaciones del número de aciertos entre los momentos inicial y final.

Un avance muy notorio en los dos momentos de aplicación del cuestionario de mediciones se ve en la pregunta 10, donde se relacionan: cantidad, cualidad y exactitud.

En tópicos como los indagados en las preguntas 2, 3, 5, 6 (para 8-2) y 8 (para 8-1), hay un aparente nivel de retroceso que puede estar generado en el tipo de material trabajado y en el tiempo empleado para desarrollarlo.

Igual o mínima diferencia en el número de respuestas acertadas entre los momentos se nota en las preguntas 1 para ambos grupos; y en el caso de la 7 es interesante recordar que el grupo 8-1 realizó las actividades lúdicas y la diferencia en aciertos es grande.

6 Conclusiones y recomendaciones.

Durante el transcurso de la aplicación de la propuesta los estudiantes se mostraron motivados frente a la clase de física por el uso de diferentes tipos de estrategias en el desarrollo de las temáticas y la forma de evaluar, ya que venían acostumbrados a la clase teórica y que la evaluación era una prueba escrita y exclusivamente memorística.

La inclusión de expresiones lúdicas permite un mejor acercamiento al aprendizaje con significado.





En la mayoría de las instituciones educativas se le ha dado al área de tecnología e informática un enfoque hacia el manejo de computadores, por esto los jóvenes se les dificulta asociarla con otros desarrollos. Adicionalmente no ha sido frecuente el uso de laboratorios o estos no existen y por esta causa los estudiantes no tienen un adecuado conocimiento de instrumentos básicos.

Se evidencia que aunque en las casas hay bastante material bibliográfico, los jóvenes creen que solo es válido lo que encuentran en internet y lo usan aun sin tener los criterios para saberlo valorar

El diseño de una unidad didáctica como una UEPS, resulta cómodo para trabajo de aula del docente que está inmerso en una metodología como la que se vive en el Colegio Loyola; sin embargo, el número de horas semanales, una, hace que se vuelva muy extensa y se pierde por momentos la ruta y es difícil retomarla.

En una próxima oportunidad ajustaría las sesiones de clase, para trabajar en bloques de mínimo dos horas, porque las actividades son extensas y se pierde la continuidad; incorporaría la tics en todas y cada una de las actividades y sesiones de clase, porque independiente de la dotación actual de la institución, los estudiantes tienen computadores en la casa y tienen buena apropiación de su manejo.

A. Anexo: Rúbrica mediciones.

	Física 8° Tema: Metrología	<small>Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación</small> <small>CONVENIO</small>    <small>Alcaldía de Medellín</small> <small>Secretaría de Educación</small>
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA COLEGIO LOYOLA PARA LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN Creada por Resolución N° 00003 de Enero 5 de 2010. DANE: 105001025984 NIT: 900339251-3	

RUBRICA DE EVALUACIÓN DE MEDICIONES





Profesor(a): Nora Elena Orrego García

NOMBRE DEL ALUMNO: _____ GRUPO: _____

CRITERIO	SUPERIOR	ALTO	BÁSICO	BAJO	Auto	Coe	Hete	Final
Utiliza diferentes sistemas de notación simbólica para crear, expresar y representar las ideas.	En todos sus trabajos demuestra que conoce y maneja en forma adecuada la simbología propia del área.	Conoce y maneja la simbología propia del área.	Maneja parte de la simbología	Tiene dificultad en el uso de la notación simbólica.				
Realiza mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expresa en las unidades correspondientes.	Analiza múltiples opciones de mediciones fundamentando su utilización, clarifica las suposiciones en el análisis y dentro del contexto del problema.	Presenta múltiples opciones con razones para escoger una, en la medición en diferentes contextos	Hace uso de algunos instrumentos y reporta las medidas	Se confunde fácilmente al expresar unidades.				
Establece paralelos entre diferentes herramientas TIC y las utiliza acorde a sus necesidades.	Busca, analiza y registra observaciones y resultados utilizando herramientas TIC.	Muestra actitud crítica y reflexiva en el uso adecuado de las TIC.	Tiene algunas dificultades en el uso de los recursos técnicos	No ha hecho uso de las herramientas TIC				
Construye argumentos sobre hechos científicos y los comparte con los pares en ambientes de respeto y	Se informa para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias y respeta otros puntos de vista.	Coopera con sus compañeros para procurar un mejor desempeño académico.	Con frecuencia hace aportes a las discusiones de tipo científico.	Tiene muy poca participación en las discusiones académicas.				

tolerancia.								
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--

B. Anexo: Preguntas iniciales sobre metrología

	Física 8° Tema: Metrología	<i>Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación</i> CONVENIO    Alcaldía de Medellín Secretaría de Educación
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA COLEGIO LOYOLA PARA LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN Creada por Resolución N° 00003 de Enero 5 de 2010. DANE: 105001025984 NIT: 900339251-3	

Profesor(a): Nora Elena Orrego García

Preguntas iniciales.

Mediciones

¿Con que asocias medir?

¿Qué se puede medir?

¿Sabes para que sirven estos elementos y sabes cómo usarlos? (reloj, calendario, dinamómetro, balanza, termómetro de banda, termómetro de mercurio, pie de rey, escuadra de 60°)

Cantidad

¿Sabes la diferencia entre cuantitativo y cualitativo?

¿Para ti que es una cantidad y que es una cualidad?

Longitud

¿Quién crees que fue el primero en medir la distancia entre la tierra y el sol?, ¿se mide o se calcula?

¿Has escuchado la expresión “a tabaquito y medio”?

Masa

¿Sabes cuál es tu masa actual?

¿Y cuánto pesa tu cabeza?

Tiempo

Si el átomo es la mínima partícula de la materia, ¿Cuál será la partícula mínima de tiempo?

Si la materia está constituida por átomos, ¿Cómo está constituido el tiempo?





Escuchaste hace unos días que se atrasarían los relojes en el mundo, ¿Por qué y para que lo harían?, ¿Este hecho implicara que viviremos más o menos tiempo?

Temperatura y calor

¿Caliente realmente una manta?

¿Cómo sabes que tú tienes calor?, ¿y cómo sabes que otras personas lo tienen?

C. Anexo: Cuestionario de mediciones

	Física 8° Tema: Metrología	<i>Institución Educativa Colegio Loyola para la Ciencia y la Innovación</i> CONVENIO   Alcaldía de Medellín Secretaría de Educación 
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA COLEGIO LOYOLA PARA LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN Creada por Resolución N° 00003 de Enero 5 de 2010. DANE: 105001025984 NIT: 900339251-3	

Cuestionario de mediciones

NOMBRE DEL ALUMNO: _____ GRUPO: _____

Profesor(a): Nora Elena Orrego García

Seleccionar la opción que considere más aproximada

- 1) ¿Crees que es necesario adoptar un sistema de unidades internacional?
 - a) Si, porque lo internacional tiene más validez que lo regional.
 - b) No, porque se pueden hacer conversiones entre las unidades de todos los sistemas.
 - c) Si, porque así todos utilizamos una misma medida para cada unidad física.
 - d) No, porque dificulta la transferencia de resultado de mediciones en la comunidad internacional.
- 2) ¿Emplearías los siguientes elementos para medir el tiempo?
 - a) Fuego, Agua, Tierra.
 - b) Arena, piedras, cal.
 - c) Sombras, Átomos, .Nubes.
 - d) Sol ,Luna, Estrellas.
- 3) ¿Qué se entiende por patrón de una medida?
 - a) Conjunto de elementos que forman una unidad diferenciada y que se repiten a lo largo del tiempo.
 - b) Objeto, proceso o procedimiento que sirve para definir la unidad de una magnitud física.
 - c) Defensor o protector de alguien o algo.
 - d) Persona que emplea obreros o trabajadores en su propiedad o negocio.
- 4) ¿Qué es la exactitud de una medida?
 - a) Es lo cerca que los valores medidos están unos de otros.
 - b) Definida como la proximidad entre el valor medido y el valor considerado "verdadero".
 - c) La mínima medida de una magnitud que se puede hacer con un determinado aparato.
 - d) Concordancia entre valores medidos obtenida por mediciones repetidas de un mismo objeto.

Bibliografía

Michell, J. (2005). The logic of measurement: A realist overview. *science Direct* , 285-294.

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. (12 de Mayo de 2003). *Colombia Aprende*. Recuperado el 2012 de 12 de Abril, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-70799_archivo.pdf

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. (2004). *Colombia Aprende*. Recuperado el 16 de Abril de 2012, de colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-202633.html

Moreira, M. A. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas*. Porto Alegre: Instituto de fisica UFRGS.

Ramírez Cruz, J. A. (2007). Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia,. *Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia* , 23-34.

Recalde, L. C. (2004). La lógica de los números infinitos: un acercamiento histórico. *Matemáticas: Enseñanza Universitaria* , 51-72.