

Diseño de un MEC para el reconocimiento de las dinámicas atmosféricas a partir de la construcción de aparatos de medida desde una perspectiva constructivista

Sindy Katherine Caicedo Ortega

Trabajo de grado para optar al título de:

Licenciada en Química

Directora:


Sandra Sandoval Osorio

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Bogotá D.C., 2018

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formando al profesional</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 19-02-2018	Página 2 de 4	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado de la Licenciatura en Química
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diseño de un MEC para el reconocimiento de las dinámicas atmosféricas a partir de la construcción de aparatos de medida desde una perspectiva constructivista.
Autor(es)	Caicedo Ortega, Sindy Katherine
Director	Sandra Sandoval Osorio
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017.55 p.
Palabras Claves	ACTIVIDAD EXPERIMENTAL, DINÁMICAS ATMOSFÉRICAS, APARATOS DE MEDIDA, CONTEXTO HISTÓRICO, CONOCIMIENTO LENGUAJE- EXPERIENCIA.

2. Descripción
<p>En este trabajo grado se propone el diseño de actividades experimentales como material de apoyo para la comprensión de las condiciones atmosféricas en sexto grado de bachillerato. Estas actividades están centradas en la construcción de instrumentos de medida de tres variables de la atmósfera: presión, precipitación y temperatura y se realizaron a partir de una revisión histórica de los trabajos que hicieron algunos científicos entorno al desarrollo de estos conceptos. Con el propósito de divulgar y complementar esta propuesta, se elaboró un material educativo computarizado donde se recogen las actividades, textos explicativos y material audiovisual de apoyo.</p>

3. Fuentes
<p>Ayala, M. Malagón, J. Sandoval, S. (2011) Magnitudes, Medición y Fenomenologías Revista De Enseñanza De La Física ISSN: 0326-7091 ed: v.24 fasc.1 p.43 – 54</p> <p>Barnett, M. (1956) – Development of thermometry and temperature concept, Osiris.vol12: 249-341.</p>

Burt, S. (2010) British Rainfall 1860–1993. *Weather* 65: 121-128

Caillare, B. Hosson, C. (2009) Students' ideas about Blaise Pascal experiment at the Puy de Dôme Mountain, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 3, No. 2.

Claret, A. (2009). Historia y epistemología de los conceptos básicos de la termodinámica: calor, temperatura y trabajo. Ediciones Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Duhem, P. (2003). La Teoría Física. Su Objeto y su Estructura (M.P. Irazzábal, Trads.) Barcelona: Herder Editorial (Trabajo original publicado en 1914).

Fernández, M. (2000). Fundamentos históricos. En: F.J.Perales y P. Cañal (ed.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Marfil, Madrid. Pp. 65-83.

Galileo, G. (1914) *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze* [*Discursos y Demostraciones Matemáticas Relativas a Dos Nuevas Ciencias*], traducido por Crew H, di Salvio A, editores. Nueva York: Macmillan, p. 74-75 [Disponible en línea en http://oll.libertyfund.org/index.php?option=com_staticxt&staticfile=show.php%3Ftitle=753&Itemid=99999999 .]

García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. *Aportes de la filosofía historicista*. [Versión Electrónica] *Revista Científica*, (14), 89-96.

Gil, D. Carrascosa, J. Furió, C. Martínez, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori. (Capítulo 1: "Las prácticas de laboratorio como interés básico de los alumnos y profesores de ciencias").

Glaserfeld, E. (1989) *Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching*, *Synthese*, 80, 121-140.

----- (1995). *Radical Constructivism: A way of knowing and learning*. Londres: The Falmer Press.

Izquierdo, M. Sanmartí, N. Espinet, M. (1999) Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales en *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, 1999, v. 17, n. 1, marzo; p. 45-59

Malagón, J. (2002) *Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física*. Departamento de Física, UPN. Colombia. (Documento Inédito)

Mariotte, E. (1953) *Nature of air, A Source Book in Physics* .McGraw-Hill, New York, 1953

Maturana, H. (1996). *Desde la biología a la psicología*. Chile: Editorial Universitaria.

Puican, C. (2012). Meteorología y climatología agrícola. Universidad Nacional del Santa. Departamento académico de energía y física. Nuevo Chimbote – Perú [Disponible en línea en http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/meteorologa_y_climatologa_agricola.pdf]

Ordoñez, A. (2015). Las escalas de temperatura: una opción para transformar las actividades experimentales en la escuela. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional
Reynolds, G. (1965). A history of rain gauges. *Weather* 20: 106–114.

Saavedra, M. (2011). Conceptos de atmósfera en grado sexto vistos desde diferentes asignaturas a partir de un estudio de sus preconcepciones. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.

West, J. (2015) Torricelli and the Ocean of Air: The First Measurement of Barometric Pressure. In: *Essays on the History of Respiratory Physiology. Perspectives in Physiology*. Springer, New York, NY

4. Contenidos

El texto está dividido en 11 partes señaladas por numerales. Entre los numerales 1 al 4 se presenta la justificación, los objetivos, el planteamiento del problema investigado para diseñar las actividades experimentales, como material de apoyo para la comprensión de las dinámicas atmosféricas.

En el numeral 5 y 6 se presentan los antecedentes y aspectos teóricos que abarca por un lado, los referentes pedagógicos en el marco del constructivismo radical y la actividad experimental destacando el papel del lenguaje y el trabajo en grupo como un mecanismo de reflexión y enriquecimiento de la comprensión sobre hechos o fenómenos particulares. Y por otro, los aspectos disciplinares que contiene la consolidación de la revisión histórica necesaria en la indagación investigativa desarrollada.

En el numeral 8 y 9 se encuentran los resultados y las conclusiones, estos apartados son la concreción del material diseñado.

En el numeral 10 y 11 está la bibliografía y los anexos. En ellos se ubica las actividades experimentales construidas y las cartas con los resultados de la evaluación del espacio virtual en el que se consolidó la propuesta.

5. Metodología

Este trabajo se desarrolló en cuatro momentos: el primero consistió en la revisión bibliográfica de los fenómenos atmosféricos desde un contexto histórico. En un segundo momento se diseñó el material educativo computarizado teniendo como resultado final un sitio web. En la tercera etapa

se realizó la evaluación de la propuesta por dos profesionales con conocimientos en el área de ciencias y recursos educativos. Para finalizar se realizaron los ajustes del material educativo computarizado se según los requerimientos de los profesionales que evaluaron el material.

En cuanto a las actividades experimentales se sugiere una secuencia organizada como propuesta para favorecer en los estudiantes un discurso elaborado acerca de los fenómenos que ocurren en la atmósfera, así como mecanismos de reflexión, enriquecimiento y expansión de comprensión sobre hechos o fenómenos atmosféricos a través del trabajo colectivo.

6. Conclusiones

Este trabajo se presenta una propuesta como material de apoyo para la enseñanza de los fenómenos atmosféricos a partir de la construcción de aparatos de medida en estudiantes de educación básica grado 6° (sexto). Utilizando el experimento como estrategia para constituir nuevas experiencias, nuevos lenguajes y diferentes perspectivas en los estudiantes que conduzcan a la construcción del conocimiento. Basándose en el trabajo en grupos como estrategia para la reflexión permanente.

Las actividades experimentales planteadas para la construcción del termómetro, el barómetro y el pluviómetro se fundamentan en el estudio historiográfico de los trabajos que realizaron algunos científicos para el desarrollo de cada instrumento. Por esta razón se especifican los materiales y el procedimiento en cada actividad, no obstante, se proponen de manera sencilla teniendo en cuenta la edad población a la que van dirigidas.

Las actividades organizadas y contenidas en esta propuesta pueden ser complementadas con otros recursos, como lecturas, videos o explicaciones magistrales y quedan a disposición de los docentes para que puedan ser empleadas en la enseñanza de los fenómenos atmosféricos. Las actividades propuestas deben nutrirse y optimizarse en forma permanente, procurando adaptarlas a los diferentes contextos y necesidades de los propios estudiantes.

Elaborado por:	Sindy Katherine Caicedo Ortega
Revisado por:	Sandra Sandoval Osorio

Fecha de elaboración del Resumen:	21	02	2018
--	----	----	------

Contenido

1. Introducción.....	7
2. Justificación.....	9
3. Planteamiento y delimitación del problema.....	11
4. Objetivos	
4.1. Objetivo general.....	12
4.2. Objetivos específicos.....	12
5. Antecedentes.....	13
6. Revisión de aspectos teóricos	
6.1. Referentes pedagógicos.....	15
6.2. Actividad experimental.....	17
6.3. Referentes disciplinares.....	20
6.3.2 Variables Atmosféricas	
6.3.2.1 Temperatura.....	21
6.3.2.2 Presión.....	27
6.3.2.3 Precipitación.....	30
7. Metodología.....	35
8. Resultados	39
9. Conclusiones.....	46
10. Bibliografía.....	47
11. Anexos.....	49

Lista de figuras

Figura 1. . Termoscopio Philo de Bizancio. 24

Figura 2. Termoscopio Galileo. 25

Figura 3. Termómetro híbrido agua-aire. 25

Figura 4. Termómetro de mercurio. Fahrenheit. 26

Figura 5. Dibujo de Torricelli de su barómetro en su carta a Ricci. 31

Figura 6. Arquitectura del sitio web. 47

1. Introducción

Conocer el entorno y dar explicaciones de lo que sucede en él es una preocupación propia de la ciencia y en consecuencia de la enseñanza de las ciencias, considerando que no es posible comprender la complejidad del medio sin herramientas necesarias que permitan desenvolverse y relacionarse en éste. En tal sentido, la formación científica ya no es un tema que compete sólo a una élite, sino que la sociedad en general está sumergida en una cultura científica en donde es necesario reflexionar en torno a problemáticas relacionadas con la conservación del ambiente, la salud, los recursos alimenticios y energéticos, entre otros.

No obstante, la enseñanza de la ciencia tradicionalmente se ha limitado a la exposición de teorías y conceptos generando así por un lado una visión descontextualizada y distorsionada de la ciencia y por otro, desconociendo el carácter teórico-práctico de la misma. En este escenario, es preciso reconocer el papel fundamental que tiene la actividad experimental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la medida en que favorece la construcción de explicaciones y comprensiones acerca de los fenómenos del entorno (Malagón et al., 2011)

Atendiendo a estas consideraciones es apropiado implementar una metodología, en el marco constructivista, con un enfoque experimental que proporcione a los estudiantes elementos para aproximarse a su contexto, utilizar modelos explicativos sobre los fenómenos naturales existentes, construir nuevas representaciones y generar diferentes puntos de vista de los problemas y sus soluciones, que además genere la

posibilidad de trabajar en grupo como un mecanismo de reflexión y enriquecimiento de la comprensión sobre hechos o fenómenos particulares.

Con el fin de favorecer este tipo prácticas escolares, en este trabajo se plantea una serie de actividades experimentales para la construcción de aparatos de medida de las variables atmosféricas, temperatura, presión y precipitación. Éstas están orientadas a promover el desarrollo de habilidades como la observación intencionada, la medición, la comparación de propiedades y la comunicación. Y así proporcionar herramientas para que los estudiantes construyan representaciones sobre las dinámicas de la atmósfera a partir nuevas formas de hablar y de hacer.

Finalmente, se diseñó una página web, en calidad de material educativo computarizado, dirigida a profesores y estudiantes de sexto grado de bachillerato con el propósito de divulgar y enriquecer esta propuesta. En este espacio virtual, además de las actividades experimentales, los usuarios encontrarán una breve reseña de las variables atmosféricas: temperatura, presión y precipitación, así como el desarrollo histórico de cada aparato de medida: termómetro, barómetro y pluviómetro. Además de material audiovisual (videos, imágenes, noticias) con el que es posible profundizar y potenciar las posibles discusiones en el aula en torno la atmosfera y sus dinámicas.

2. Justificación

En las prácticas educativas actuales, el trabajo experimental no sólo tiene una escasa presencia en la enseñanza de las ciencias, sino que la orientación de las pocas prácticas que suelen realizarse contribuye a una visión desfigurada de la actividad científica. Mostrando así un sistema contradictorio, que caracteriza la enseñanza de las ciencias. “Mientras la ciencia se genera mediante unos métodos que integran trabajo conceptual y manual, medición y abstracción sistemática, paciencia e imaginación, la enseñanza de la ciencia separa el trabajo experimental del laboratorio y el trabajo intelectual del aula” (Fernández González y otros, 2001, p. 60).

Es preciso, por tanto, reorientar las prácticas de enseñanza de las ciencias hacia metodologías que sigan los propios métodos de la ciencia. Esta idea sugiere que la forma en la que se generan los conocimientos científicos ofrece criterios para responder a cómo se debe trabajar con los mismos en un contexto escolar, sin perder de vista que la ciencia escolar es distinta a la ciencia de los expertos:

“Consideramos el conocimiento escolar como el conocimiento que se elabora en la escuela... que aunque tiene como marco de referencia el conocimiento científico, no es un conocimiento científico en sí, sino una elaboración de este conocimiento que se ajusta a las características propias del contexto escolar” (Cubero y García cit. Gil, 1994a, p. 17).

En este sentido se hace necesaria una enseñanza de las ciencias que tenga componentes tanto conceptuales como metodológicos, unificando el trabajo

experimental con el intelectual. Así como una formación que apunte a desarrollar procesos reflexivos en los estudiantes, donde se incentive el razonamiento sobre el origen de los fenómenos en su entorno y la responsabilidad sobre sus acciones socio-ambientales.

Con base en lo anterior este trabajo se realiza con un enfoque experimental, teniendo como premisa que: “uno de los roles del experimento en el aula de clases es propiciar la construcción o ampliación de una base fenomenológica o de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta teoría” (Malagón, 2002, p.126). Desde esta perspectiva se plantea una propuesta de actividades, que posibilite la construcción de modelos teóricos para la comprensión de fenómenos atmosféricos a partir de la construcción de aparatos de medidas y contribuya al desarrollo de habilidades de observación, comparación, descripción, clasificación y cuantificación de los objetos.

3. Planteamiento y delimitación del problema

Teniendo en cuenta que durante mucho tiempo la enseñanza del conocimiento científico ha privilegiado la transmisión-información, discriminando así las formas de razonamiento científico y por tanto desconociendo la importancia de procesos formativos en la escuela que integren en un mismo marco explicativo la formación teórica y los procesos interactivos. Se hace necesario abordar los fenómenos atmosféricos en la escuela desde un marco que propicie este «hacer y pensar».

En este sentido se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo relacionar la actividad experimental, centrada en el papel del instrumento y los procesos de medida, con la comprensión de los fenómenos atmosféricos, desde una perspectiva constructivista?

4. Objetivos

4.1 General

Diseñar actividades experimentales dirigidas a estudiantes de sexto grado de bachillerato, como material de apoyo para la comprensión de las condiciones atmosféricas a partir de la elaboración de aparatos de medidas de variables atmosféricas.

4.2 Específicos

Realizar una revisión actualizada de tres variables atmosféricas: temperatura, presión y precipitación para garantizar una adecuada construcción de las actividades experimentales.

Planear actividades experimentales como material de apoyo para la construcción colectiva del conocimiento de las variables atmosféricas: temperatura, precipitación y presión.

5. Antecedentes

Para los propósitos de este proyecto no se encuentran antecedentes que se relacionen con el tratamiento de los problemas atmosféricos basados en la actividad experimental, dentro de la revisión hecha en el conjunto de trabajos de grado de la Licenciatura en Química. Sin embargo, se han hecho trabajos en la línea del papel de laboratorio para la enseñanza de la química y también de los factores de contaminación que afectan el clima.

En la Universidad Nacional de Colombia, se encuentra una investigación en la Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Esta investigación tiene su núcleo central en las preconcepciones de los estudiantes, específicamente sobre los fenómenos naturales que se observan en el diario vivir (Saavedra, 2011). Sirvió de base para buscar estrategias para la enseñanza de la atmósfera en grado sexto.

Plantea las diferentes preconcepciones o ideas previas que tienen los estudiantes acerca de tres subtemas trabajados de la atmósfera. Así como también hacen una revisión bibliográfica de textos escolares de sexto grado, en la que encuentran que los conceptos sobre la atmósfera no se dan a conocer o poco se explican y, generalmente no se abordan en diferentes asignaturas.

En este escenario se diseña una propuesta pedagógica, basada en el aprendizaje significativo, donde proponen explicar el conocimiento científico a través de la

cotidianidad, abordado desde un enfoque interdisciplinar, evaluando las implicaciones y aportes de las diferentes áreas del conocimiento para la enseñanza de los conceptos de la atmósfera.

Ordoñez (2015) en el marco de la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional realizó un trabajo de investigación con el propósito de mejorar las comprensiones y las explicaciones que realizan los estudiantes sobre los fenómenos térmicos. Para estos fines diseñó e implementó una secuencia de actividades, dirigida a estudiantes de noveno grado de bachillerato de la Institución Educativa El Porvenir, donde se incluyen actividades experimentales.

Las actividades experimentales de esta propuesta están enfocadas en la construcción de escalas termométricas, para el desarrollo de estas el autor rescata el uso del lenguaje como medio para comunicar las maneras de comprender el fenómeno térmico. La ruta de aula, como la denomina el autor, se realizó a partir de un estudio histórico y crítico de los trabajos que realizaron algunos científicos durante los siglos XVIII y XIX.

6. Aspectos teóricos

6.1 Referentes pedagógicos

Constructivismo

Existe una amplia variedad de concepciones consideradas como constructivistas que difieren en su orientación pero que coinciden la idea principal: el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto y no un desarrollo de conocimientos innatos ni una repetición de conocimientos existentes en el mundo externo como se comprende en la escuela tradicional.

Dentro de sus principales exponentes están: el constructivismo cognitivo de Piaget, el constructivismo social basado en las ideas desarrolladas por Vygotsky, Serrano y Pons, el constructivismo vinculado al construccionismo social de Berger y Luckmann, por último, el constructivismo radical en el que se enfoca esta propuesta, relacionando sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

Constructivismo radical

Para Glasersfeld (1995, p19), “el papel del saber no consiste en reflejar la realidad objetiva, sino en capacitarnos para obrar y alcanzar objetivos en el mundo de nuestra experiencia”. Teniendo como foco principal que el conocimiento no constituye una representación del mundo, sino que entiende esquemas de acción, conceptos y pensamientos.

En estos términos es importante destacar el papel y la relevancia del lenguaje en el pensamiento constructivista que da cuenta de cómo construimos nuestras representaciones de mundo, como nos relacionamos con la sociedad, con la familia, con comunidad y con el ambiente.

Desde esta perspectiva Maturana (1996) plantea un reconocimiento del conocer aplicado en las posibilidades humanas del percibir, determinadas por las particularidades de un sistema nervioso que sólo puede apropiarse de aquello que se encuentra por fuera de él a partir de lo que su estructura le permite.

Más que un conocimiento verdadero, se plantea edificar un conocimiento reflexivo. Esta propuesta requiere reconocer en cada momento nuestra influencia en el otro y la influencia del otro en nosotros. La reflexividad, una de las nociones fundamentales de esta perspectiva, que consiste en volver sobre lo ya pensado, reorganizar la información, reconfigurar el sentido del dato, deconstruir, recrear, es decir, mediante procesos circulares de información e incluyendo al observador en el sistema, posibilita la emergencia de nuevas comprensiones de la experiencia humana particular (Maturana 1996).

Esta reflexividad se hace evidente en los procesos conversacionales a través de los cuales cada uno de nosotros se implica en la interacción utilizando el lenguaje como instrumento para construirnos con el otro. El con-versar o “versar con el otro” otorga el reconocimiento de sí mismo en la relación con el otro o autorreferencia, disponiéndonos a ser re-creados en cada momento de encuentro. En este sentido

plantea que no hay un criterio válido para discernir si una teoría es mejor que otra, hay que refrendar aquellos planteamientos que sean útiles, coherentes con su contexto, no excluyentes y facilitadores del cambio (Maturana 1996).

A partir de este referente se presta atención al vínculo con la percepción y el lenguaje en los procesos de construcción de conocimiento y por ello, en adelante se hace énfasis en las actividades experimentales como una posibilidad de favorecer en el aula escenarios de acercamiento a fenómenos en donde es factible que los estudiantes hablen de estos fenómenos y en consecuencia generen diálogos permanentes entre pares que les permita llegar a acuerdos, tomar decisiones grupales y elaborar conclusiones a partir de las discusiones generadas en torno a observaciones.

6.2 Actividad experimental en clase de ciencias

Para efectos de la presente investigación se hace necesario precisar la perspectiva en la que se va hablar de ciencia y actividad experimental, así como del papel de la actividad experimental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Se entiende ciencia, desde un marco historicista, como una actividad concreta que se ha venido dando a lo largo de los siglos, donde son relevantes los aspectos disciplinares, sociales e históricos de los hechos científicos, teniendo en cuenta que cada época histórica presenta peculiaridades y características propias.

En relación con lo anterior es fundamental especificar la mirada de ciencia desde un contexto escolar que es análoga a lo que Kuhn denomina “ciencia normal”, donde los

cimientos de una investigación se establecen en construcciones científicas pasadas, que se encuentran dentro del paradigma, y que son el fundamento para la actividad experimental.

En este sentido la actividad experimental se entiende “como un medio para concretar los planteamientos teóricos” (Malagón et al., 2011) donde el interés principal no es el resultado efectivo de los experimentos sino el modo en que se llega a él.

Debido a la complejidad de las relaciones teoría-experimento los estudiantes y los profesores han de ser conscientes de que no se abandonan buenas hipótesis como consecuencia de unos pocos resultados negativos y de que, aunque el papel del experimento es crucial en la ciencia, las teorías sólo se abandonan cuando existe muy clara evidencia en contra de la misma y/o una concepción alternativa.

De acuerdo con esta concepción de actividad experimental y teniendo en cuenta que la experimentación permite el vincularse con los fenómenos, se hace importante analizar cuáles son las implicaciones de este tipo de actividades en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales.

En la ciencia la teoría está articulada a la práctica, por tanto, en el camino de construir los modelos teóricos escolares, las actividades experimentales son muy valiosas ya que su ejecución implica la producción de procesos cognitivos lingüísticos; lo que contribuye a que las maneras de pensar y representar de los estudiantes se vayan acercando a las reglas de juego de la ciencia (Izquierdo et. al. 1999).

En este sentido, el acercamiento de los estudiantes con los fenómenos es de suma importancia, pues implica la reconstrucción de modos de hacer y modos de hablar para poder caracterizar estas nuevas experiencias. Por consiguiente, la actividad experimental se vuelve en un eje fundamental en la orientación de los procesos cognitivos en espacios escolares. (Malagón et al., 2011)

Por otro lado, el ámbito social es esencial para el desarrollo de nuestras comprensiones individuales, así como para el desarrollo del conjunto de proposiciones que llamamos conocimiento. En un nivel individual, los otros son un mecanismo primario para evaluar nuestras comprensiones. Los grupos de trabajo son importantes porque podemos evaluar nuestras comprensiones y examinar las comprensiones de otros como un mecanismo de reflexión, enriquecimiento, interconexión y expansión de nuestra comprensión sobre hechos o fenómenos particulares. Como von Glaserfeld (1989) ha anotado, las otras personas son una gran fuente de miradas alternativas que desafían nuestra mirada actual y con esto sirven como una fuente de desconcierto que estimula nuevos aprendizajes.

Ahora bien, generalmente hablar de un proceso de medición o de un instrumento en una actividad experimental, implica situarse en un escenario en el cual se favorece la idea de la exactitud, derivada de una adecuada atención a los pasos y métodos que deben tenerse en cuenta para llegar a los resultados esperados. Es justamente esto lo que se plantea como el seguimiento de guías con un enfoque “recetario” donde se

toman datos, se descubre y hay necesidad de desarrollar destrezas de manejo de instrumentos (García, 2011).

Sin embargo, desde este contexto no se generan reflexiones alrededor de los instrumentos o de los procesos de medición, contribuyendo así a mantener la ruptura entre la teoría y el experimento. Por el contrario, enfocar la actividad experimental al uso y construcción de un instrumento podría considerarse como un camino para superar el dilema de la relación mencionada. Teniendo en cuenta que, la construcción de aparatos de medida implica una carga teórica y reflexión histórica, así como la caracterización de propiedades tendientes a ser clasificadas y ordenadas como parte de procesos de medición, lo cual supone una construcción conceptual en torno al fenómeno observado (Duhem, 2003).

En esta medida en el siguiente apartado se mencionan el aporte realizado por algunos científicos en la construcción del termómetro, barómetro y pluviómetro como medio por el cual se construyeron conocimientos en torno a la temperatura, la presión y la precipitación respectivamente; se subraya el modo de proceder de cada uno, en cuanto a utilizar dichos instrumentos para generar los fenómenos que posteriormente terminarían interpretando de acuerdo con los intereses conceptuales y búsqueda de respuestas a las preguntas planteadas para la época en relación con cada tema.

6.3 Referentes disciplinares

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea el planeta Tierra, contiene partículas sólidas, líquidas en suspensión y gaseosas. Por ejemplo, las moléculas de agua que se encuentran en estado gaseoso forman las nubes. Es en esta capa donde se desarrollan diferentes procesos, como la formación de la lluvia, que influyen en la actividad humana y en el comportamiento del clima, por lo que debe tenerse en cuenta las variaciones de los fenómenos atmosféricos, como en la temperatura y en la presión, que se dan allí (Puican, 2012).

6.3.1 Tiempo atmosférico

Es la manifestación de las dinámicas atmosféricas, las cuales se da en un lugar y momento determinados. Se refiere básicamente a la distribución de masas (vapor de agua y otros gases) y la energía (calor y movimiento) lo cual genera variaciones espacio-temporales en la temperatura, la presión y la humedad, produciendo determinadas condiciones cálidas o frías, húmedas o secas, de cielo nublado o de cielo despejado, situaciones de lluvia, etc., en un lugar determinado y son precisamente estos fenómenos (conjunto de elementos) los que componen el estado del tiempo, en un lugar o momento determinado (Puican, 2012).

6.3.2 Variables atmosféricas

Una posibilidad de la comprensión de los fenómenos atmosféricos es poder distinguir, ordenar y cuantificar algunas cualidades que son útiles como: temperatura, presión y precipitación.

6.3.2.1 Temperatura.

La evolución del concepto temperatura ocurrió gracias al desarrollo de un instrumento capaz de arrojar un valor cuantitativo más preciso que la sensación “caliente y frío”. No obstante, este proceso que se vio limitado por las teorías que enmarcaban la época medieval, por un lado, el materialismo teórico de Demócrito que consideraba frío, calor, húmedo y seco como propiedades inherentes a los cuerpos, y por otro la teoría Aristotélica donde la materia estaba constituida por cuatro formas fundamentales fuego, aire, agua y tierra (Barnett, 1956).

En este contexto inició el desarrollo de aparatos cuyas mediciones cuantitativas pudieran determinar el grado de calor o frío sin hacer referencia a la sensación. Asumiendo que el que aire era un elemento que tenía la propiedad "caliente" las construcciones iniciales de estos medidores térmicos se basaron en su expansión y contracción.

Los primeros experimentos, que están registrados, para cuantificar estos fenómenos fueron realizados por Philo de Bizancio y Hero de Alejandría (siglo I a.C.). En su trabajo *ingeniis spiritualibus* describen el termoscopio, una esfera hueca de plomo, en la parte superior de ésta se coloca un tubo, un terminal de ese tubo pasa cerca del fondo de la esfera y el otro terminal es doblado y colocado en un vaso lleno de agua. Al calentarla con los rayos del sol el aire encerrado en el tubo fluye de un lado al otro provocando el desplazamiento del líquido. En contraste, cuando la esfera es colocada en la sombra, el agua es aspirada desde la base a través del tubo vertical (Barnett 1956).

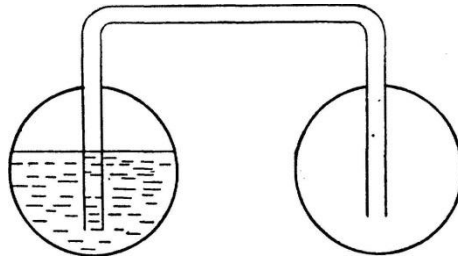


Figura 1. Termoscopio Philo de Bizancio

El instrumento diseñado por Phylo no tiene ninguna graduación, sólo permite análisis cualitativos. Su importancia está en la posibilidad real de introducir un medio como el aire para mostrar una medida exacta y reproducible de la temperatura de forma indirecta, relacionando lo cualitativo y cuantitativo para la solución conceptual del problema planteado.

Galileo en 1592 redescubrió el termoscopio, un bulbo de vidrio con aire de cuya parte interior descendía un tubo con agua que terminaba en un recipiente también con agua. La columna de agua variaba de longitud cuando el aire del interior del bulbo se calentaba o enfriaba. Luego reemplazó el agua por espíritu de vino (mezcla de alcohol y agua) que mejoraba la sensibilidad del dispositivo. Este aparato le permitió además de registrar variaciones de temperatura superar el obstáculo del frío y el calor como propiedades independientes, afirmando que "el frío no es más que la ausencia de calor" lo que trajo un aporte al desarrollo del concepto temperatura.



Figura 2. Termoscopio Galileo

No obstante, esta herramienta térmica presentaba algunas dificultades, por un lado, las variaciones de presión atmosférica que soporta el agua, podían hacer variar el nivel del líquido, sin que cambiara la temperatura, lo que generaba importantes errores de medición y por el otro, sólo servía para medir vastos cambios de temperatura, sin una escala de medición.

Sustancias termométricas

La experimentación con los líquidos como sustancias termométricas, conllevó a otras dificultades. En primer lugar, el bulbo de aire del termómetro era de gran tamaño por lo que era difícil establecer contacto con el cuerpo analizado, en particular si este último era un líquido. En segundo, se producían errores debido a la evaporación del líquido.



Figura 3. Termómetro híbrido agua-aire

El primer termómetro líquido cerrado resolvió estos inconvenientes, en 1644 Ferdinand II de Toscana, ex alumno de Galileo. Diseñó un instrumento con un bulbo del tamaño de una pistola con un tubo de vidrio en la parte superior, lleno de alcohol. El tubo se selló herméticamente, eliminando así la evaporación. El avance de la tecnología en las actividades vinculadas con el vidrio fue fundamental para la construcción de este tipo de termómetro (Barnett 1956).

En 1724 Fahrenheit, por su parte utilizó el alcohol y mercurio como sustancias termométricas; Al defender el uso de mercurio, hizo una gran contribución para el avance de la termometría. Este líquido había sido de uso común en los barómetros, donde, debido a su alta densidad, ningún otro líquido podría competir con él.

Sin embargo, su expansión térmica baja había impedido la adopción general en los termómetros. Fahrenheit mostró que, a pesar de esta propiedad, era muy preciso. Un punto importante a favor de mercurio en este momento era que, a diferencia del alcohol, estaba disponible en un alto estado de pureza.



Figura 4. Termómetro de mercurio. Fahrenheit

Boyle por su parte tuvo importantes contribuciones promulgando el concepto moderno de compuesto químico, sostenía que una sustancia pura tiene una composición fija y por tanto un conjunto de propiedades. Esto resultó esencial para la determinación tanto de la sustancia termométrica como de las sustancias cuyo punto de congelación y de ebullición determinaban la escala. No obstante, las ideas solo fueron apreciadas cien años más tarde.

Para la termometría la distinción entre compuesto químico y soluciones, como sustancias homogéneas de composición variable, resultó uno de los avances más significativos. Sin embargo, solo fue posible superar el obstáculo de la teoría Aristotélica hasta la primera década del siglo XIX cuando Claude Berthollet y Joseph Proust, validaron universalmente la ley de la composición constante. Por lo tanto, el alcohol no se preparó como sustancia pura, libre de agua, hasta el final del siglo XVIII, de modo que las variaciones en su composición, sin duda, impusieron serias limitaciones en el logro de las escalas de alcohol comparables (Barnett,1956).

Escalas termométricas

La primera escala cuantitativa de calor y frío fue desarrollada por Claudio Galeno de Pérgamo (131- 200 años A.C.), quien relacionó en forma directa el estado térmico con un número, para este desarrollo el médico Galeno se apoyó en la observación de los efectos térmicos que algunas drogas causaban en sus pacientes, clasificando las drogas como calientes o frías según el estado de salud y el calor del cuerpo de los pacientes; en primero, segundo, tercero y cuarto grado y sugirió una temperatura

patrón estimada por la percepción directa que es una mezcla de agua hirviendo y hielo (Claret, 2009).

En el proceso de estandarización de la temperatura se manifestó la necesidad construir varios instrumentos que arrojaron la misma medida y por tanto fueron comparables por un proceso de calibración. En este escenario surgió la noción de “punto fijo” o “puntos de referencia” y escalas termométricas.

Sanctorius en 1626 utilizando un termoscopio, similar al de Galileo, marcó dos puntos en la graduación del tubo, tomados con las temperaturas de la nieve y la llama de una vela, para dar origen al termómetro de aire.

Fahrenheit en 1724 creó una escala de temperatura basada en tres puntos de referencia: la temperatura corporal, le asignó el valor 96; el punto del hielo, le asignó el valor 32; y la temperatura de una mezcla de hielo, agua y sal amoníaco, le asignó el valor 0. Esta escala se dividía en 180 partes.

Celsius en 1742 creó una escala con dos puntos de referencia. Al agua líquida con hielo, le asignó el valor 0 y al agua líquida con vapor de agua, le asignó el valor de 100. La distancia entre los dos puntos la dividió en 100 partes, por esta razón se llamó escala centígrada.

William Thomson en 1848, fue quien validó la escala de temperaturas absolutas. Si imaginariamente el gas se continuara enfriando tendría que llegar un momento en que

su volumen fuera cero. Aunque es increíble la idea de que la materia tenga un volumen cero, la temperatura a la cual sucedería es importante científicamente. Esta temperatura se ha calculado, y es de $273,15^\circ$ grados centígrados bajo cero y se le llama “cero absoluto”. Ésta es la temperatura más fría alcanzable. En esta escala el punto de fusión del agua es de 273° y el punto de ebullición de 373° .

Concepto temperatura

La evolución del termómetro hizo cada vez más evidente la importancia del concepto de temperatura; por lo que en lugar de ser considerado como un dispositivo de intereses únicamente en la meteorología o medicina, llegó a ser reconocido como un instrumento de valiosos aportes para la investigación científica en general.

Gracias a la construcción y uso de los termómetros, Joseph Black (1728-1799) definió operacionalmente la temperatura de un cuerpo como el número que marcaba el termómetro puesto en contacto con él y el calor se entendía como algo que se intercambiaban los cuerpos a diferente temperatura hasta llegar al equilibrio térmico. Así pues, el calor se definió relacionándolo con la variación de temperatura y la masa del cuerpo calentado o enfriado. La calorimetría se fue construyendo como un método (el de las mezclas) que permitía predecir y contrastar la temperatura de equilibrio al poner en contacto dos cuerpos a diferente temperatura.

6.3.2 2Presión

La creencia del vacío fue de orden filosófico hasta el siglo XVII, pues hasta ese momento no hubo una aproximación experimental a este fenómeno. El primer

experimento que manifiesta un aparente vacío fue el relatado por Galileo en su libro “Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze” en el cual describió una bomba de succión que no podría subir más de unos 10 metros de longitud de agua. (Galileo 1914)

De acuerdo con la teoría aristotélica, que enmarcaba la época, en la naturaleza existía un rechazo por los espacios vacíos, por tanto, si existiera un espacio sin ocupar, los fluidos se moverían de tal formada que la materia pudiese llenarlo. No obstante, en la bomba que describe Galileo, utilizada para extraer agua de un pozo, se formó un espacio que después de los diez metros de altura el agua no llenó. Galileo pretendió dar una explicación diferente de las creencias del momento diciendo que la fuerza de esta columna era el límite de la fuerza del vacío. (Galileo 1914)

En 1644, Torricelli sugirió una nueva Interpretación de este fenómeno: el límite del bombeo del agua se debe a los efectos del peso del aire. Él creyó que el nivel en el que permaneció el agua (diez metros) era un reflejo de la fuerza del aire empujándola Para demostrar esta hipótesis "peso del aire", que se puede considerar como el inicial concepto de presión atmosférica, ideó un dispositivo, hoy conocido como barómetro de mercurio.

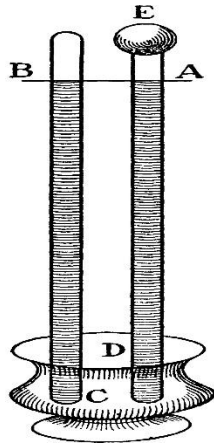


Figura 5. Dibujo de Torricelli de su barómetro en su carta a Ricci

El instrumento consistía en dos tubos de vidrio sellados, uno con un extremo cerrado simple y el otro con una pequeña esfera en el extremo, como se muestra en la figura 5, los tubos contenían mercurio puro y fueron invertidos en un recipiente lleno de mercurio. Torricelli sostenía que si un vacío era responsable de atraer el mercurio, las alturas de las columnas serían diferentes porque las diferencias en la forma del extremo del tubo cambiarían las propiedades del vacío. Sin embargo el nivel de mercurio en los tubos bajó, creando encima de él un espacio libre de la misma altura (West, 2015).

Después de repetir varias veces el experimento evidenció que la columna de mercurio, en los dos tubos, estaba a una altura de unos setenta y seis milímetros por encima el nivel de mercurio en el recipiente. Este equilibrio se lo atribuyó a la fuerza del aire presionando sobre la superficie del mercurio. Con este experimento, Torricelli estableció una relación causal entre la acción del volumen del aire y el nivel del mercurio en el tubo.

Esta interpretación fue compartida por Blaise Pascal, quien asumió el peso del aire como un punto de partida para una serie de experimentos basados en las variaciones de la columna de mercurio cuando se modificaban las condiciones externas. Según Pascal, si la columna del mercurio dentro del tubo dependía del peso del aire, debería disminuir durante el ascenso de una montaña. Debido a que hay menos aire circulando en la cima de una montaña en consecuencia habrá menos peso del aire.

En 1647, Pascal le escribe a su cuñado, Florin Perier, que vivía cerca de una montaña en Francia. Perier recibió instrucciones de tomar un barómetro y hacer mediciones de la columna de mercurio en el camino hacia el cerro. El objetivo era comparar mediciones realizadas en la parte baja de la montaña con mediciones tomadas en la cima, todo esto para comprobar si el nivel de la columna de mercurio en la cumbre era menor que en la parte baja. En 1648, Perier llevó a cabo el experimento y encontró que las predicciones de Pascal fueron correctas (Caillarec y Hosson, 2009).

Con este experimento Pascal asumió que los cambios en la columna de mercurio son causados por las variaciones del peso del aire y este su vez depende de la altura, pero esta interpretación no concluyó la discusión alrededor de la existencia del vacío. La hipótesis del peso del aire era refutada por eruditos como el Padre Etienne Noël, Hobbes o Linus convencidos de que el aire era demasiado ligero para empujar el peso de una columna de mercurio de setenta y seis centímetros.

Tanto Torricelli como Pascal a partir de sus experiencias reconocieron los líquidos y los gases como sustancias con propiedades similares. En su carta a Ricci, Torricelli comparó la atmósfera con un "mar de aire" que tienen propiedades similares a las de un mar de agua. Por su parte Pascal en 1663 publicó dos escritos relacionados con el peso del aire y el equilibrio de los líquidos, en estos documentos hace referencia a las propiedades de la atmósfera análogas a las del agua, asociando la fuerza que el aire y el agua ejercen en todas las direcciones (Caillaud y Hosson, 2009).

A partir de estas experiencias se generó la hipótesis de la "gravidad del aire" que fue comprobada por Pascal luego por Boyle en experimentos donde las variaciones en la cantidad de aire exterior fueron relevantes. Años después, reflexiones similares basadas en la analogía entre aire y agua permitió que Edme Mariotte reafirmara la hipótesis del peso del aire. En sus escritos sobre la naturaleza del aire, sugirió sumergir el barómetro en agua a diferentes profundidades. Los cambios en la columna de mercurio consecutiva a esta inmersión siendo de la misma naturaleza que los encontrados por Pascal y Boyle en el aire confirmaron los efectos de la acción del aire (Mariotte, 1687).

En estos términos el barómetro fue un instrumento que contribuyó a superar las discusiones alrededor de la existencia del vacío, dando la posibilidad de comprobar la hipótesis del peso de aire. A partir del desarrollo de este aparato de medida se logra también la construcción de teorías, luego comprobadas, alrededor de la cantidad de aire en relación con la altura y las propiedades del aire análogas a las del agua. Por

tanto los experimentos entorno al barómetro constituyeron en sí mismos un medio para aproximarse del fenómeno de la presión atmosférica.

6.3.2.2 Precipitación

El hombre desde sus inicios ha tratado de explicar su entorno desarrollando así habilidades para observar, contar, diferenciar y comparar formas o tamaños. Desde los años 6.000 A.C, en la transición de la vida nómada a sedentaria, los hombres se establecen en diferentes lugares, estos terrenos a medida que se expanden precisan una forma de organizar, de medir áreas de parcelas destinadas para sus nuevas actividades, sembrar y predecir sus cosechas. De esta manera se evidencio la necesidad de contar y medir, así que se constituye un conjunto de conocimientos prácticos en relación a los conceptos de longitud, área y volumen.

En este escenario recolectar y medir la cantidad de agua se volvió una tarea indispensable. Medidas más remotas de la lluvia se hicieron colocando una vasija en las azoteas para recoger la lluvia directamente, se conocía la capacidad del recipiente por la cantidad de vasos que podrían obtener; en otras palabras, las lluvias en las que se recolectaban veinte vasos eran mayores a las que se recogía diez. Cabe aclarar que esta medida sólo podía servir para un uso específico, pues así los recipientes se parecieran, la comparación de las precipitaciones sería muy diferente.

La idea de volumen es probable que se haya derivado del diseño y uso de recipientes. No obstante determinar su capacidad y volumen solo lo fue posible con el desarrollo matemático de estos conceptos. En los años (1650 a.C) en los papiros de Rhind y

Moscú se encuentran fórmulas para calcular diversas áreas y volúmenes. Manejaban algunas técnicas para determinar el área de triángulos rectángulos, del cuadrado, del rombo y del trapecio; para el cálculo del área del círculo utilizaban un valor para π muy aproximado. Determinaron fórmulas muy precisas para hallar volumen de primas, pirámides, tronco de cono y cilindros, pero estos métodos eran separados, pues fueron creados para dar solución a problemas prácticos y concretos. (Reynolds 1965).

Pluviómetro

Desde la época más antigua ya existían aparatos capaces de medir la precipitación, sin embargo, no se conoce con exactitud los métodos empleados para llevar a cabo éstas medidas. Por esta razón se le atribuye la creación del primer pluviómetro a Jang Yeong-sil, en 1441. Este científico coreano diseñó un aparato de bronce de unos 30 cm de profundidad y 15 cm de diámetro. El instrumento fue colocado en un observatorio donde medían con una regla la profundidad de la precipitación cada vez que llovía. Los pluviómetros eran enviados a todos los lugares del reino, las medidas eran usadas para planear la agricultura y así ajustar el nivel de impuesto.

En Europa el primero en llevar a cabo mediciones de precipitación fue, Benedetto Castelli, discípulo de Galileo en 1639, utilizó un recipiente de vidrio cilíndrico de una altura de un “palmo” (24 cm aproximadamente), y la mitad de un “palmo” de ancho (12 centímetros de diámetro) con una cantidad de agua suficiente para cubrir la parte inferior del recipiente. A continuación, puso el recipiente bajo la lluvia y cada hora marcaba el nivel alcanzado por el agua.

Hooke (1695) creó un instrumento para medir la cantidad de lluvia, consistía en una botella con una capacidad de nueve litros con un embudo de cristal de 29 centímetros de diámetro apoyados en un marco de madera. Durante el año que recogía 737 milímetros.

Sin embargo, en estos aparatos medidores no se tuvieron en cuenta la ubicación y la altura, lo cual generó algunas limitaciones ya que no era posible dar un dato real de la cantidad de lluvia. Heberden (1769) fue el primero en observar cómo la cantidad de agua recogida era afectada por la posición del aparato, notando que medidores idénticos separados por distancias determinadas medían diferentes cantidades. Para indagar sobre esta observación instaló tres medidores a diferentes alturas, el primero en la chimenea de su casa, el segundo en el jardín y el tercero en las torres en la abadía de Westminster. Anotó las lecturas por un año y demostró que el pluviómetro del jardín captaba mayor cantidad de agua en comparación con el de la chimenea que recogió un 20 % menos y el de las torres que recogió un 50% menos (Reynolds, 1965).

Según Heberden las gotas incrementaban de tamaño mientras más se acercaban al suelo. No obstante *Stanley Jevons* (1861) realizó varios experimentos donde demostró la influencia del viento en la precipitación. Teniendo en cuenta los resultados de estos experimentos concluyó que: primero, un aumento de la precipitación cerca de la superficie de la tierra no es coherente con las leyes físicas. Segundo, Hay conexión entre la fuerza del viento y las mediciones de precipitación tercero, la velocidad del viento aumenta al pasar por un obstáculo, las gotas de agua que caen sobre esos vientos estarán más separadas horizontalmente.

Por su parte C Ward y Griffith (1860) realizaron varios ensayos para buscar el mejor diámetro y altura de un medidor donde compararon aproximadamente 50 medidores (Burt, 2010). Las pruebas ratificaron los efectos del viento, lo que condujo a la estandarización de un pluviómetro de cinco pulgadas de diámetro y a una altura de un pie sobre la tierra.

Con el tiempo, este aparato se ha constituido como un instrumento fundamental en la meteorología, dado que permite realizar análisis de las precipitaciones en diversos lugares a través de la sistematización de datos, con que es posible determinar épocas de sequía o de abundantes lluvias, predecir algunos desastres y plantear alternativas para los sembrados, determinando épocas de crecienta de ríos, entre otros.

7. Metodología

Como se menciona en los referentes teórico el lenguaje y la percepción son nociones fundamentales que sugiere el constructivismo radical, por tanto, se plantean actividades experimentales buscando que los estudiantes vuelvan sobre lo ya pensado, reorganicen la información y reconfiguren el sentido de hechos o fenómenos, posibilitando así la emergencia de nuevos lenguajes y nuevas comprensiones de la experiencia.

Así como también es relevante el aspecto social para la construcción del conocimiento, pues como dice von Glaserfeld (1989) las otras personas son una gran fuente de miradas alternativas que desafían nuestra mirada actual y con esto sirven como una fuente de desconcierto que estimula nuevos aprendizajes, en consecuencia es necesario que las actividades se realicen en grupos de trabajo donde puedan discutir los cuestionamientos planteados y llegar a consensos que contribuyan a la construcción del conocimiento individual.

Desde esta perspectiva se propone un diseño de actividades experimentales a partir de las cuales es posible discutir sobre el alcance de la construcción de instrumentos de medida de tres variables meteorológicas: temperatura, presión y precipitación, en la enseñanza de las ciencias para la comprensión de los fenómenos relacionados con las dinámicas atmosféricas.

A partir de estas experiencias se busca que los estudiantes desarrollen:

- Un discurso elaborado acerca de los fenómenos que ocurren en la atmósfera.
- Una evaluación de sus comprensiones con respecto a las comprensiones de otros, como un mecanismo de reflexión, enriquecimiento y expansión de su comprensión sobre hechos o fenómenos.
- Mayor independencia, autonomía, capacidad de análisis y de síntesis, autodeterminación, responsabilidad.

Estructura de las actividades experimentales

Para efectos de una secuencia organizada de la actividad experimental, se sugiere la siguiente metodología:

Título	Se proponen títulos llamativos para el contexto de niños de 6°
Pregunta Orientadora	Se busca que el estudiante cuestione sus conocimientos existentes, con el objetivo de evaluar si es capaz de dar solución al interrogante. En ese sentido se motiva a encontrar una respuesta adecuada, mediante la experimentación. Generando así nuevas experiencias, lenguajes y conocimientos.
Materiales	Teniendo en cuenta la edad de los estudiantes se sugieren utensilios sencillos para realizar el montaje experimental.
Paso a paso	Se sugiere un orden cronológico para la realización del montaje e implementación de cada aparato de medida, para garantizar el éxito del experimento.
Preguntas grupales para el análisis	Se hace necesario afianzar el trabajo en equipo, pues es a partir de los diferentes razonamientos de los integrantes del grupo que se construye el conocimiento, se potencializan las habilidades y el uso científico del conocimiento.

Proceso de evaluación del material diseñado

Consulta y análisis de la información bibliográfica. Se realizó una revisión histórica de los trabajos que hicieron algunos científicos entorno al desarrollo de conceptos de temperatura, presión y precipitación recopilando material para el diseño y elaboración de la propuesta. Esta información está consolidada en los referentes teóricos y fue obtenida por: Documentos, publicaciones, entre otros relacionados con los temas.

Los documentos referenciados en este estudio son: (Barnett, 1856) Para la revisión de la variable temperatura se tomó como fuente principal este libro. Aquí se hace un recuento del desarrollo de la termometría y la contribución de esta al concepto temperatura. Se divide en cinco capítulos en los que hace un registro de las concepciones de temperatura desde la época medieval, del desarrollo del termómetro describiendo los diferentes aparatos inventados para medir la temperatura así como las sustancias y escalas que utilizaron

Para la revisión de la variable presión revisaron cuatro referentes teóricos. (Galileo, 1914) es un escrito traducido del tratado de Galileo Galilei en el cual este científico expone sus ideas y explicación sobre el fenómeno de vacío de la época y las bombas utilizadas para succionar agua de los pozos. (Mariotte1953) es un escrito traducido de Mariotte en el que describe los experimentos que realizó para demostrar las propiedades del aire y de los gases. En los documentos de (Caillare 2009), (West 2015) se hace una descripción de los experimentos relacionados con las discusiones sobre la existencia del vacío y los investigadores que hicieron aportes significativos en el desarrollo de la hipótesis del peso y las propiedades del aire.

Para la revisión de la variable precipitación se revisaron dos referentes teóricos (Reynolds, 1965) y (Burt, 2010) en estos documentos se registra la evolución del pluviómetro como instrumento para medir la lluvia así como los aportes de diferentes científicos para optimizar estas medidas. Las mediciones que hicieron entorno a verificar la influencia de los vientos y la ubicación del pluviómetro en la cantidad de agua captada por este aparato.

Diseño y construcción del material didáctico Para la construcción del material educativo computarizado primero, se elaboró un documento de texto, en donde se estructuraron conceptualizaciones y las actividades experimentales. Luego, se seleccionaron recursos audiovisuales (imágenes, videos y noticias) que apoyan y complementan la información textual. Finalmente se logra un espacio virtual en el que se vinculan los dos momentos anteriores.

Evaluación del material didáctico. La evaluación de este material educativo computarizado fue realizada por dos profesionales con conocimientos área de ciencias y recursos educativos. En ella participaron: un docente de ciencias de la IED Tangaga (Colombia) y un analista de experiencia de usuario en aplicaciones y sitios web para medios educativos de Buenos Aires (Argentina).

La evaluación solicitada debía expresar su valoración cualitativa en términos de: claridad, coherencia y pertinencia del material elaborado para ser consultado por profesores de ciencias y que sirva de material de apoyo para sus clases. Y valoración

cuantitativa en la escala 1 No aceptable (Rechazado); 2 Deficiente; 3 Regular (Moderadamente satisfactoria); 4 Bueno (Satisfactoria); 5 Excelente

4. Ajustes al material didáctico se realizaron según los requerimientos de los profesionales que evaluaron el material educativo computarizado Principalmente en los aspectos técnicos que tienen que ver con la versatilidad del material elaborado y sobre los cuales la autora no tenía experiencia.

8. Resultados

Las actividades experimentales contenidas en esta propuesta se orientaron a la construcción de aparatos de medida de tres variables atmosféricas: temperatura, Presión y precipitación para posteriormente realizar un laboratorio climatológico. Para abordar cada variable se dispuso primero, de un texto que describe el desarrollo histórico de cada instrumento (termómetro, barómetro y pluviómetro) teniendo en cuenta las implicaciones y motivaciones demandadas por el contexto social en el que tuvo lugar cada aparato de medida. Luego, se presenta una actividad experimental enfocada a relacionar la construcción de instrumentos con los procesos de medición y escalas de medida, como un mecanismo por el cual los estudiantes puedan aproximarse a una construcción colectiva del conocimiento.

Esta secuencia se diseñó con el fin privilegiar el trabajo en equipo, de tal forma que los estudiantes puedan asumir roles y realizar aportes a fin de responder a las reflexiones planteadas, tomando actitudes propias del desarrollo de una actividad experimental, como dialogar permanentemente entre pares, llegar a acuerdos, tomar decisiones grupales y elaborar conclusiones a partir de las discusiones generadas en torno a un procedimiento, observación o resultado obtenido.

Laboratorio temperatura

La guía experimental de esta variable (anexo1) está dividida en dos partes.

En la actividad N° 1 se propone la construcción de un aparato para medir la temperatura, allí se especifican los materiales y el procedimiento para construirlo, teniendo en cuenta el desarrollo histórico de este. Se propone también que los estudiantes tomen decisiones en relación al agua o el alcohol, como la sustancia más adecuada para la fabricación del instrumento a partir de observaciones detalladas y descripciones de cualidades de los líquidos sometidos a cambios térmicos. En este sentido se considera la elaboración del termómetro como un escenario donde se fundamentan los conceptos derivados de las observaciones del efecto de dilatación, que muestran los líquidos al ser sometidos a fuentes de calor.

En la actividad N° 2 se plantea la construcción de una escala de temperatura para el instrumento construido en la actividad N°1. Se sugiere realizarla, teniendo como referencia la escala de grados centígrados, es decir, marcando dos puntos fijos, la temperatura del agua en estado sólido, 0°C y la mezcla entre agua líquida y agua en ebullición, 100°C. Para luego dividir el espacio entre los dos puntos en partes iguales. Lo anterior con el objeto de permitir en los estudiantes la comparación y ordenamiento de los grados de calor de un sistema, del cual se pueden realizar cuantificaciones de los cambios evidenciados a partir de la variación de longitudes, producida por la dilatación de sustancia contenida en el termómetro.

Laboratorio presión

En esta actividad experimental (anexo 2) se plantea la construcción de un barómetro de agua, teniendo como referente el experimento del barómetro de mercurio de Torricelli. Para la fabricación de este aparato se sugieren materiales sencillos: agua como

sustancia indicadora del volumen de aire presente en el lugar, una cubeta contenedora de agua y una botella donde es posible evidenciar la variación de la columna de agua empujada por el aire.

Para este instrumento no se sugiere una escala que permita hacer lecturas barométricas, en esta medida la variación del volumen del aire solo se podrá referenciar cualitativamente, es decir, los estudiantes podrán decir si hay más o menos presión atmosférica en relación a una medición que ellos mismos hayan hecho con el barómetro elaborado, pero no podrán referirse a la cantidad de aire existente. Sin embargo, es un espacio que privilegia la construcción colectiva de explicaciones entorno a la atmósfera y sus dinámicas dado que la presión atmosférica tiene directa relación con la temperatura y las precipitaciones de un lugar.

Por otro lado, se sugiere a los estudiantes solucionar inconvenientes como la evaporación, en pequeñas proporciones, del agua del barómetro a temperatura ambiente, con el fin de optimizar las mediciones hechas y como un escenario para favorecer la concertación de ideas y la toma de decisiones grupales.

Laboratorio precipitación

Esta actividad (anexo 3) plantea la construcción de un pluviómetro a partir de un recipiente cilíndrico de paredes rectas y un embudo en la parte superior para medir el volumen de agua que cae en a la tierra durante un tiempo determinado. Se sugiere construir una escala para este instrumento en cm con ayuda de una regla, sin embargo es importante aclarar que la interpretación de esta medida solo dará información acerca

de si hay mayor o menor cantidad de precipitación en comparación a otros días. Ya que la interpretación cuantitativa de los datos requiere del abordaje de conceptos como volumen que no se plantearon en esta propuesta.

Dentro de esta práctica se sugiere que los grupos de trabajo coordinen para construir pluviómetros idénticos, es decir, con el mismo diámetro, con el fin de comparar la cantidad de agua captada por los instrumentos a diferentes alturas durante la misma hora del día. Lo anterior con el propósito de generar espacios que permitan demostrar la relación existente entre la altura y la precipitación además de evidenciar la importancia de la ubicación del pluviómetro.

Laboratorio climatológico

Finalmente se plantea una última actividad experimental para el equipamiento de una estación meteorológica con los aparatos que se han construido en las tres actividades anteriores (anexo 4). Aquí se hacen unas recomendaciones para el uso de los aparatos de medida, donde se hace referencia de los posibles errores de medición que se pueden presentar Y se sugiere, además, el registro de las mediciones hechas en una tabla donde a partir de la interpretación de los datos es posible dar cuenta del tiempo atmosféricos y el clima de su ciudad.

Es en esta actividad donde es posible relacionar la temperatura, la presión y la precipitación para dar cuenta de su dependencia y por tanto hablar de las dinámicas atmosféricas y los fenómenos que ocurren como resultado de estas interacciones.

Por otra parte, las actividades experimentales de esta propuesta, están orientadas de tal forma que permitan fortalecer en los estudiantes sus ideas sobre la medición, asumiéndola como un proceso que incluye acciones de clasificación de propiedades, identificación de variables y criterios de ordenación, además de constituirse en el medio por el cual se construye la idea de las magnitudes, proporcionándole un sentido crítico a las construcciones de las escalas y de la asignación numérica hecha a éstas, a partir de las representaciones escritas y gráficas suscitada por los diálogos y reflexiones generadas en el grupo de trabajo.

Por último, el diseño de actividades de este trabajo se recogen en la página: <https://ktcaicedoo.wixsite.com/tiempoatmosferico>, estructurada, como muestra la siguiente gráfica, en un espacio virtual con intención de favorecer su divulgación y proporcionar elementos como videos y noticias que nutran las posibles discusiones en el aula.

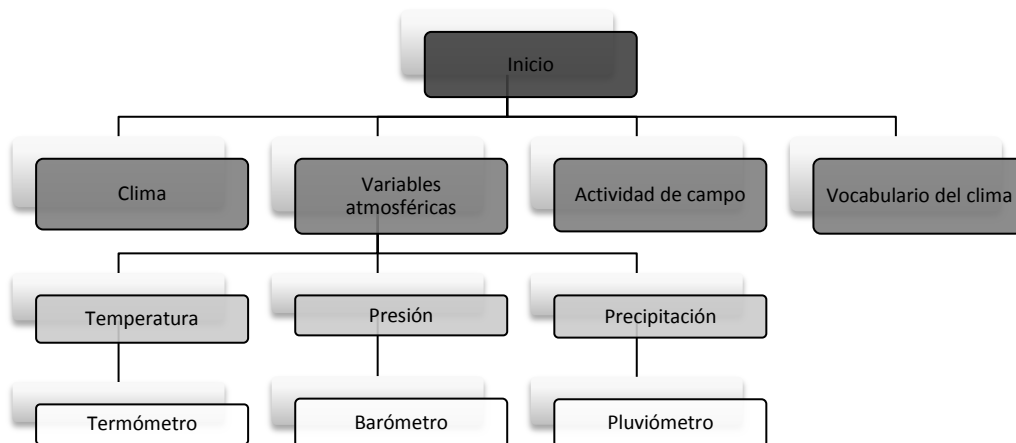


Figura 6 .Arquitectura del sitio web

Resultados de la evaluación del material didáctico

La evaluación fue realizada por la docente de ciencias naturales de la IED Taganga (Santa Marta), Diana Rojas Suarez y el Analista de experiencia de usuario en aplicaciones y sitios web, Cristian David Betancourt Ávila. Emitiendo conceptos cualitativos y cuantitativos de la propuesta. Los cuales, por un lado contribuyeron a mejorar aspectos técnicos del espacio virtual perfeccionando así su diseño y por otro ratificaron la pertinencia de la propuesta desde el marco que se plantea.

Valoración cualitativa

La docente Diana Rojas enfocó su evaluación en tres ámbitos: lo conceptual, lo didáctico y lo contextual. Refiriéndose al aspecto conceptual afirma que es adecuado para el nivel que se propone. En el aspecto didáctico hace referencia a lo interesante de la variedad de recursos didácticos que involucra y que entrecruza. En cuanto a lo contextual opina que es pertinente en los diferentes contextos escolares que existen en el país. Entre otros conceptos expresados (Anexo 5).

El profesional Cristian Betancourt enfocó su evaluación en los aspectos técnicos y didácticos, haciendo sugerencias sobre la arquitectura del sitio en relación con la creación del HOME, el manejo de las imágenes de fondo, el menú de acceso, el diseño visual de las imágenes utilizadas, el vínculo con los videos y la creación del pie de página. (Anexo 6) Estas sugerencias fueron atendidas en su totalidad, realizando la intervención pertinente en los aspectos que se encontraron falencias.

Valoración cuantitativa

Docente de ciencias naturales	Excelente (5)
Analista de experiencia de usuario en aplicaciones y sitios web.	Regular (Moderadamente satisfactoria) (3)

9. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se tenía un amplio contexto de interés, las condiciones atmosféricas, sin embargo en el transcurso de la propuesta se centró la atención en 3 variables: temperatura, presión y la cantidad de lluvia, para fortalecer el vínculo con la construcción de instrumentos. Con el instrumento termómetro se logra la consolidación de una escala de medida, mientras que en el caso del barómetro y del pluviómetro se logra la ordenación de mayor a menor. No queda en su totalidad tratado el tema de las condiciones atmosféricas pero es una primera etapa en la que es posible aproximarse a comprender las dinámicas que ocurren en la atmósfera.

Se presenta una propuesta como material de apoyo para la enseñanza de los fenómenos atmosféricos a partir de la construcción de aparatos de medida en estudiantes de educación básica grado 6° (sexto). Utilizando el experimento como estrategia para constituir nuevas experiencias, nuevos lenguajes y diferentes perspectivas en los estudiantes que conduzcan a la construcción del conocimiento. Basándose en el trabajo en grupos como estrategia para la reflexión permanente.

Las actividades experimentales planteadas para la construcción del termómetro, el barómetro y el pluviómetro se fundamentan en el estudio historiográfico de los trabajos que realizaron algunos científicos para el desarrollo de cada instrumento. Por esta razón se especifican los materiales y el procedimiento en cada actividad, no obstante se proponen de manera sencilla teniendo en cuenta la edad población a la que van dirigidas.

Las actividades organizadas y contenidas en esta propuesta pueden ser complementadas con otros recursos, como lecturas, videos o explicaciones magistrales y quedan a disposición de los docentes para que puedan ser empleadas en la enseñanza de los fenómenos atmosféricos. Las actividades propuestas deben nutrirse y optimizarse en forma permanente, procurando adaptarlas a los diferentes contextos y necesidades de los propios estudiantes.

10. Referencias bibliográficas

- Ayala, M. Malagón, J. Sandoval, S. (2011) Magnitudes, Medición y Fenomenologías
Revista De Enseñanza De La Física ISSN: 0326-7091 ed: v.24 fasc.1 p.43 – 54
- Barnett, M. (1956) – Development of thermometry and temperature concept,
Osiris.vol12: 249-341.
- Burt, S. (2010) British Rainfall 1860–1993. Weather 65: 121-128
- Caillare, B. Hosson, C. (2009) Students' ideas about Blaise Pascal experiment at the
Puy de Dôme Mountain, Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 2.
- Claret, A. (2009). Historia y epistemología de los conceptos básicos de la
termodinámica: calor, temperatura y trabajo. Ediciones Universidad del Valle.
Cali, Colombia.
- Duhem, P. (2003). La Teoría Física. Su Objeto y su Estructura (M.P. Irazazábal, Trans.)
Barcelona: Herder Editorial (Trabajo original publicado en 1914).
- Fernández, M. (2000). Fundamentos históricos. En: F.J.Perales y P. Cañal (ed.)
Didáctica de las Ciencias Experimentales, Marfil, Madrid. Pp. 65-83.
- Galileo, G. (1914) Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze [
Discursos y Demostraciones Matemáticas Relativas a Dos Nuevas Ciencias] ,
traducido por Crew H, di Salvio A, editores. Nueva York: Macmillan, p. 74-75
[Disponible en línea en
http://oll.libertyfund.org/index.php?option=com_staticxt&staticfile=show.php%3Ftitle=753&Itemid=99999999 .]

- García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. Aportes de la filosofía historicista.[Versión Electrónica] Revista Científica, (14), 89-96.
- Gil, D. Carrascosa, J. Furió, C. Martínez, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori. (Capítulo 1: “Las prácticas de laboratorio como interés básico de los alumnos y profesores de ciencias”).
- Glaserfeld, E. (1989) Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching, *Synthese*, 80, 121-140.
- (1995). Radical Constructivism: A way of knowing and learning. Londres: The Falmer Press.
- Izquierdo, M. Sanmartí, N. Espinet, M. (1999) Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales en Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Barcelona, 1999, v. 17, n. 1, marzo; p. 45-59
- Malagón, J. (2002) Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. Departamento de Física, UPN. Colombia. (Documento Inédito)
- Mariotte, E. (1953) Nature of air, A Source Book in Physics .McGraw-Hill, New York, 1953
- Maturana, H. (1996). Desde la biología a la psicología. Chile: Editorial Universitaria.
- Pozo, J. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata, Madrid.
- Puican, C. (2012). Meteorología y climatología agrícola. Universidad Nacional del Santa. Departamento académico de energía y física. Nuevo Chimbote – Perú
- [Disponible en línea en

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/meteorologa_y_climatologa_agricola.pdf]

Ordoñez, A. (2015). Las escalas de temperatura: una opción para transformar las actividades experimentales en la escuela. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional

Reynolds, G. (1965). A history of rain gauges. *Weather* 20: 106–114.

Saavedra, M. (2011). Conceptos de atmósfera en grado sexto vistos desde diferentes asignaturas a partir de un estudio de sus preconcepciones. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.

West, J. (2015) Torricelli and the Ocean of Air: The First Measurement of Barometric Pressure. In: *Essays on the History of Respiratory Physiology. Perspectives in Physiology*. Springer, New York, NY

Web grafía

Cambio Climático .National Geographic documental. Tomado de:
<https://www.youtube.com/embed/kVT2oQFuAjs>

El clima. Discovery Cannel documental. Tomado de:
<https://www.youtube.com/embed/xcQCBQOBEBs>

La Tierra desde el espacio: Componentes del clima global. National Geographic documental. Tomado de: <https://www.youtube.com/embed/wkkOccFgVGg>

11. Anexos

Anexo 1.

Actividad N° 1

Sustancias termométricas

Reúnanse en grupos de tres personas y definan los roles que cada uno va a tener para realizar esta experiencia.

¿Qué sustancia funciona mejor para construir un termómetro?

Para averiguarlo realizarán dos montajes similares, en los cuales podrán evidenciar los comportamientos del agua y el alcohol con los cambios de temperatura.

¿Qué necesitan?

- Dos botellas de vidrio pequeñas
- Dos tubos de vidrio huecos transparentes de 10 cm aproximadamente
- Manguera de látex
- Regla
- Marcador
- Silicona líquida
- Dos vasos de plástico
- Tres recipientes medianos de plástico
- Palo de madera o agitador de plástico
- Hielo
- Sal
- Colorante natural (de cualquier color)

- Alcohol
- Agua
- Agua caliente

¿Cómo lo harán?

1. Agreguen alcohol hasta la mitad de un vaso de plástico.
2. Adicionen un poco de colorante natural.
3. Mezclen las dos sustancias con la ayuda de un palo de madera.
4. Tomen la botella de vidrio y márquenla con el texto: Montaje 1. Alcohol.
5. Tomen la mezcla resultante y llenen hasta la mitad de la botella de vidrio.
6. Ubiquen un extremo del tubo de vidrio hueco en la boca de la botella de vidrio.
7. Apliquen silicona líquida alrededor del tubo de vidrio para asegurar bien el tubo a la botella, de tal forma que al moverlo no derrame ni una gota de líquido.
8. Aseguren la manguera de látex al extremo superior del tubo de vidrio hueco.
9. Tomen la otra botella de vidrio y márquenlo con el texto: Montaje 2. Agua
10. Hagan el mismo procedimiento, pero en lugar del alcohol utilicen agua.

¡A medir!

Para observar el comportamiento del agua y el alcohol con el cambio de temperatura primero tendrán que alistar tres recipientes con diferentes temperaturas.

Recipiente 1

Pongan una mezcla de hielo y sal, como se ve en la siguiente fotografía.

Recipiente 2

Pongan una mezcla de hielo y agua fría, como se ve en la siguiente fotografía.

Recipiente 3

Pongan agua hirviendo, como se ve en la siguiente fotografía.

11. En cada uno de los recipientes coloquen los dos montajes al mismo tiempo (los montajes son las botellas de vidrio selladas con alcohol y agua).

12. Dejen los montajes durante 5 minutos y luego marquen el nivel que alcanzó el líquido.

¡Reflexionen sobre lo que pasó!

1. ¿Qué ocurre con las sustancias (el agua y el alcohol) cuando se cambia la temperatura?
2. ¿En cuál de las dos sustancias notaron mayor variación?
3. ¿Cuál de las dos sustancias creen que funciona mejor para construir un termómetro?

Argumenten su respuesta

En la actividad N° 1 decidieron qué sustancia (agua o alcohol) es mejor opción para construir un termómetro, con ese montaje realicen la siguiente actividad.

Actividad N° 2

Escalas termométricas

¿Cómo se construye la escala que utilizan los termómetros para medir temperaturas?

Reúnanse en grupos de tres personas y definan los roles que cada uno va a tener para realizar esta experiencia.

¿Qué necesitan?

- El montaje que eligieron
- Recipiente 1 (mezcla de hielo con sal)
- Recipiente 3 (agua hirviendo)
- Regla
- Marcador permanente
- Termómetro

¿Cómo lo harán?

1. Introduzcan el montaje en el recipiente 1 junto al termómetro. Déjenlo durante 10 minutos. Cuando el termómetro marque 0° marque el nivel del líquido en el montaje.
2. Introduzcan el montaje en el recipiente 3 junto al termómetro. Déjenlo durante 10 minutos, cuando el termómetro marque 100° marque el nivel del líquido.
3. Midan el espacio entre las dos líneas con la regla. Dividan el espacio en partes iguales.

¡Reflexionen sobre lo que paso!

1. ¿Cuántas partes o grados tiene la escala que construyeron? ¿Por qué decidieron dividirla así?
2. ¿Cada grado de tu escala a cuántos grados Celsius equivale?

3. ¿Si quisieran medir la temperatura que tiene el aire a una hora concreta de un día soleado en tu localidad, en cuál de estos tres lugares sería mejor colocar el termómetro?

a) En una rama de un árbol, bajo la sombra de la misma.

b) Sobre la fachada de un edificio.

c) La terraza de una casa.

Anexo 2

¿Cómo construir un barómetro?

Reúnanse en grupos de tres personas y definan los roles que cada uno va a tener para realizar esta experiencia.

¿Qué necesitan?

- Botella de vidrio de 350 ml
- Cubeta de plástico
- Marcador indeleble
- Recipiente de plástico
- Agua
- Colorante natural

¿Cómo lo harán?

1. En un recipiente de plástico, mezclen 700 ml agua con una pequeña cantidad de colorante natural.
2. Llenen la botella de vidrio completamente con la mezcla de agua y colorante.
3. Agreguen el restante de la mezcla de agua y colorante a la cubeta de plástico.
4. Ubiquen una mano en la boquilla de la botella, de tal manera que no se salga el agua con colorante. Ubíquena boca abajo dentro de la cubeta de plástico, tal y como hizo Torricelli con el tubo de vidrio.

5. Esperen 5 minutos a que el agua de la botella permanezca fija, es decir, sin bajar su nivel. Luego, marquen una línea en la altura del agua.

¡Reflexionen sobre lo que pasó!

1. ¿Cómo funcionaría un barómetro en la atmósfera de otro planeta?
2. ¿Qué pasará con la columna de agua si la presión disminuye?
3. Si la presión aumenta, ¿qué pasará con la columna de agua? ¿Por qué?
4. Si el aire se expande debido a la temperatura, ¿qué pasará con la presión atmosférica?
5. Teniendo en cuenta que se usó agua en la elaboración del barómetro y que ésta se evapora, a temperatura ambiente, en pequeñas proporciones. Esta variación implica que puede alterarse el dato de presión atmosférica que arroja el barómetro. ¿Cómo podrían solucionar este inconveniente?

Anexo 3

¿Cómo saber la cantidad de agua que cae durante un día lluvioso?

Reúnanse en grupos de tres personas y definan los roles que cada uno va a tener para realizar esta experiencia.

¿Qué necesitan?

- Recipiente cilíndrico transparente
- Silicona líquida
- Pintura blanca
- Cinta adhesiva
- Marcador
- Regla
- Tubo pvc con 1 tapón de 1 m de altura
- Piedras o arena

¿Cómo lo harán

1. Antes de construir el pluviómetro tengan en cuenta el diámetro del recipiente que escogieron, que sea un poco más pequeño que el diámetro del tubo pvc, de tal forma que al poner el pluviómetro se sostenga.
2. Con los otros grupos coordinen para construir pluviómetros idénticos, con el mismo diámetro, con el fin de poder comparar los resultados.

Pluviómetro

3. Marquen los centímetros de la altura del recipiente, con la ayuda de la regla.

4. Cubran la escala que dibujaron con cinta adhesiva. Luego pinten el recipiente con pintura blanca.
5. Esperen que el recipiente se seque y retiren la cinta adhesiva, quedando así la escala de forma visible
6. Peguen el embudo a la boca del recipiente con la silicona líquida.

Base para el pluviómetro

7. Aseguren el tapón de un lado del tubo pvc con silicona líquida. Luego llenen el tubo de pvc con piedras o arena para darle estabilidad a la base.
8. Ubiquen el pluviómetro en la parte superior del tubo pvc.

Pongan a prueba el pluviómetro

En colaboración de los otros grupos de trabajo pongan a prueba el pluviómetro, durante el mismo tiempo, en tres lugares diferentes. Para elegir los lugares tienen que tener en cuenta:

- Que estén a alturas diferentes, por ejemplo, una terraza de 2 pisos, una terraza de 4 pisos, el parque.
- El lugar tiene que estar completamente despejado, sin ningún elemento cercano que afecte la cantidad de agua recolectada por el pluviómetro.
- Después de esta actividad comparen la cantidad de lluvia que recolecto cada grupo, teniendo en cuenta desde la altura que fue captada la lluvia.

¡Reflexionen sobre lo que paso!

1. ¿Los tres pluviómetros midieron la misma cantidad de agua?

2. ¿Cómo afecta el viento y la altura de ubicación del pluviómetro en la cantidad de agua que recoge el instrumento?
3. ¿Para qué pintaron de blanco el pluviómetro? ¿Podrían pintarlo de negro?
4. Si tuvieran una huerta en el colegio, ¿para qué les serviría saber la cantidad de agua que cae en el día y durante el mes?

Nota: La cantidad de precipitación se mide en mm. Decir que llovió un milímetro, significa que cayó un litro de agua en cada metro cuadrado de terreno.

Anexo 4

Laboratorio Climatológico

¿Para qué sirve medir la temperatura, presión y precipitación de su localidad?

Con los instrumentos que construyeron en las actividades anteriores (termómetro, barómetro y pluviómetro) pueden equipar su propio laboratorio climatológico y así medir la presión, temperatura y cantidad de lluvia de su localidad.

¿Qué necesitan?

Los instrumentos que construyeron

- Termómetro
- Barómetro
- Pluviómetro

¿Cómo lo harán?

Para medir estas variables debe tenerse en cuenta la ubicación de cada uno de los instrumentos con el fin de obtener datos más acertados y las siguientes recomendaciones para cada instrumento.

Termómetro

- La temperatura que se pretende medir es la del ambiente, por tanto hay que tener especial precaución con que el suelo, paredes o cualquier objeto que al entrar en contacto con el termómetro modifiquen el dato de la temperatura.

Barómetro

- Para el barómetro que construyeron se utilizó agua, por tanto en el momento de ubicarlo es necesario tener en cuenta que no esté expuesto a la lluvia o a cualquier fuente de agua que pueda modificar los datos de presión atmosférica arrojados por el instrumento.

Pluviómetro

- Para medir la cantidad de lluvia es necesario fijarse no que haya ningún obstáculo como techos y árboles que modifiquen la cantidad de agua captada por el pluviómetro.
- Ubicar el pluviómetro en la base construida para evitar que el agua que cae en el suelo ingrese en el instrumento y por tanto el pluviómetro capte más agua de la que cae durante la precipitación.
- Teniendo en cuenta que el viento puede desviar la dirección de las gotas de agua y por tanto influir en la cantidad de agua que capta el instrumento, pueden ubicar el pluviómetro más o menos a un metro de distancia de un árbol.

Recolección de datos

Se sugiere tomar los datos de presión, temperatura y precipitación tres veces al día en la misma hora. Luego, sacar el promedio con la siguiente ecuación.

$$\text{Promedio} = \frac{\text{Suma total de los datos}}{\text{Número total de datos}}$$

Para anotar los datos pueden utilizar una tabla como la siguiente.

DÍA	PRESIÓN	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA
1			
PROMEDIO			
2			
PROMEDIO			
3			
PROMEDIO			
4			
PROMEDIO			
5			
PROMEDIO			

Es recomendable tomar los datos durante 30 días. Hacer un promedio de los datos obtenidos durante la semana, luego durante el mes y verificar el dato que más se repite en cada una de las variables atmosféricas analizadas.

¡Reflexionen sobre lo que pasó!

1. ¿Para qué sirve recolectar los datos de temperatura, presión y precipitación del ambiente?
2. ¿Encontraron alguna relación entre la presión, la temperatura y la precipitación? De ser así, ¿cómo explicarían esta relación?
3. ¿Creen que los instrumentos que hicieron son tan precisos como los que utilizan los meteorólogos profesionales? ¿Por qué?
4. ¿Qué dificultades encontraron en las mediciones realizadas y cómo las solucionarían?
5. ¿Qué catástrofe natural se ha presentado en la ciudad o en el país debido a los cambios fuertes de alguna de las variables atmosféricas que se midieron, es decir presión, precipitación y temperatura?

Anexo 5.

EVALUACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO: ¿Cómo está el tiempo atmosférico hoy?

Nombre: Diana **Rojas Suarez**

Profesión: **Licenciada en Química**

E-mail: **dianis599@hotmail.com**

Teléfono: **3166009002**

Datos adicionales que considere relevantes: Me desempeño como docente de ciencias naturales en la básica secundaria y de química en la media en la IED Taganga (Santa Marta)

Reciban un cordial saludo

En el marco del trabajo de grado de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional: *Reconocimiento de las dinámicas atmosféricas a partir de la construcción de aparatos de medida*, se han diseñado algunas actividades experimentales que permitan trabajar con estudiantes de sexto grado de secundaria la construcción de aparatos de medidas de las variables atmosféricas: temperatura, precipitación y presión.

Este diseño se ha colocado como una página que pueda ser consultada por profesores de ciencias y que sirva de material de apoyo para sus clases.

Esperamos que el material ofrezca claridad, coherencia y pertinencia. Agradecemos enormemente su colaboración en la revisión y evaluación de este material, el cual puede ser revisado en el siguiente link: <https://ktcaicedoo.wixsite.com/tiempoatmosferico/actividad-de-campo>

Le solicitamos que lo revise, lo explore y nos envíe sus observaciones y recomendaciones antes del 29 de enero de 2018, en el cual usted incluya una calificación final en términos de:

1 No aceptable (Rechazado)

2 Deficiente

3 Regular (Moderadamente satisfactoria)

4 Bueno (Satisfactoria)

5 Excelente

Cordialmente

Sandra Sandoval Osorio

Directora Trabajo de Grado

Profesora Departamento de Química

OBSERVACIONES

Las observaciones las enfoco en tres ámbitos:

1. Lo conceptual

2. Lo didáctico

3. Lo contextual

1. LO CONCEPTUAL

El manejo conceptual es adecuado para el nivel que se propone. Los videos que sugieren enriquecen las discusiones que son posibles desarrollar alrededor de cada variable atmosférica.

2. LO DIDACTICO

La propuesta es muy interesante por la variedad de recursos didácticos que involucra y que entrecruza. El manejo de lo virtual es sencillo pero muy atractivo tanto para el docente como para los estudiantes. El diseño de los instrumentos de medida es muy apropiado para el grado sexto. Las guías experimentales son sencillas, claras y viables de llevar a cabo

3. LO CONTEXTUAL

La propuesta es pertinente en el amplio espectro de contextos escolares que existen en el país, desde instituciones como en la I.E.D Taganga que no cuenta con laboratorio de ciencias hasta

instituciones que tengan un espacio para desarrollar experimentos. Es decir, la propuesta es aplicable a cualquier contexto

Otro elemento de lo contextual que es muy llamativo es que permite enfocar unas particularidades regionales a un problema de conocimiento como lo son las variables atmosféricas

SUGERENCIAS

La guía sobre la construcción de los instrumentos de medida puede ser mejor diagramada

VALORACION: Excelente

Anexo 6

EVALUACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO: ¿Cómo está el tiempo atmosférico hoy?

Nombre: CRISTIAN DAVID BETANCOURT ÁVILA

Profesión: ANALISTA DE EXPERIENCIA DE USUARIO en Aplicaciones y sitios web E-

mail: cristiandab@gmail.com

Teléfono: +54 9 1126377709

Datos adicionales que considere relevantes: N/A

Datos adicionales que considere relevantes: Me desempeño como docente de ciencias naturales en la básica secundaria y de química en la media en la IED Taganga (Santa Marta)

Reciban un cordial saludo

En el marco del trabajo de grado de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional: *Reconocimiento de las dinámicas atmosféricas a partir de la construcción de aparatos de medida*, se han diseñado algunas actividades experimentales que permitan trabajar con estudiantes de sexto grado de secundaria la construcción de aparatos de medidas de las variables atmosféricas: temperatura, precipitación y presión.

Este diseño se ha colocado como una página que pueda ser consultada por profesores de ciencias y que sirva de material de apoyo para sus clases.

Esperamos que el material ofrezca claridad, coherencia y pertinencia. Agradecemos enormemente su colaboración en la revisión y evaluación de este material, el cual puede ser revisado en el siguiente link: <https://ktcaicedoo.wixsite.com/tiempoatmosferico/actividad-de-campo>

Le solicitamos que lo revise, lo explore y nos envíe sus observaciones y recomendaciones antes del 29 de enero de 2018, en el cual usted incluya una calificación final en términos de:

1 No aceptable (Rechazado)

2 Deficiente

3 Regular (Moderadamente satisfactoria)

4 Bueno (Satisfactoria)

5 Excelente

Cordialmente

Sandra Sandoval Osorio

Directora Trabajo de Grado

Profesora Departamento de Química

CALIFICACIÓN: Regular

Recomendaciones

- Falta una HOME - Es la raíz de navegación de cualquier sitio. Donde se explique el objetivo o se hable del contenido que podrá encontrar el usuario allí.
- Las imágenes de fondo, confunden un poco, el avión que aparece en la primera pantalla (llamada HOME) entorpece la lectura, por ejemplo. Es muy bueno que algunos tengan animación, siempre y cuando no distraigan del objetivo del sitio que es el contenido. Sugiero que esas imágenes se ajusten solo a los lados y que el texto quede en un espacio con color único de fondo.
- En el menú de acceso: el botón que dice VARIABLES ATMOSFÉRICAS, despliega 3 opciones que dependen directamente de él: PRESIÓN, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. Primero que todo es necesario quitar el artículo LA. Segundo, si yo hago clic en ese botón, VARIABLES ATMOSFÉRICAS, abre una página nueva pero por ningún lado aparecen las VARIABLES ATMOSFÉRICAS que aparecen en el menú. Cuando se hace con esa estructura de Menú y submenú, es porque hay una dependencia directa del contenidos uno con los otros

3 contenidos. Lo cual se debe reflejar en la página que le corresponde, en este caso la página nueva que se abre al tocar en VARIABLES. Sugiero incluir botones de acceso a cada variable en esa página.

- No hay forma de volver a la página inicial HOME, es necesario agregar un acceso en el menú principal.
- En la sección de "Vocabulario del clima" - Es excelente la idea de relacionarlo con una imagen.- El inconveniente aparece cuando hago clic en las imágenes. No todas tienen el mismo tamaño y eso afecta la experiencia, sugiero que se ajusten todas a un mismo tamaño y posición.
- En la sección "El clima" hay videos. Esos videos me sacan de la página. Eso es un error muy común, y muy grave. Debería abrir en una página interna del sitio. No queremos que se vayan a YT y se distraigan del objetivo por el cual acceden al sitio. Sé que WIX permite "embeber" videos en la misma página. Ese es el término técnico, seguro lo van a encontrar en la plataforma al momento de editarla.
- "La Atmósfera" - Ver lo mismo anterior acerca del tamaño de las imágenes.
- Footer . Pié de página: Es necesario incluir esta sección en el sitio. Allí van los datos de quien realiza, administra y maneja los contenidos. Además de los términos y condiciones de uso del sitio, donde se aclare que es de uso académico, o algo así.
- **La idea de la estructura (arquitectura) del sitio es que sea algo así:**

