

**CONSTRUCCIÓN DE MOLINOS PARA INDAGAR LOS PRINCIPIOS BÁSICOS  
DE LAS MÁQUINAS SIMPLES EN LA ESCUELA PEDAGÓGICA  
EXPERIMENTAL**

**AURA YULIETH TÉLLEZ BURGOS**

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

**BOGOTÁ D.C.**

**2017**

**CONSTRUCCIÓN DE MOLINOS PARA INDAGAR LOS PRINCIPIOS BÁSICOS  
DE LAS MÁQUINAS SIMPLES EN LA ESCUELA PEDAGÓGICA  
EXPERIMENTAL**

Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciada en Física

**AURA YULIETH TÉLLEZ BURGOS**

Asesora

**MARIA CRISTINA CIFUENTES ARCILA Ph. D**

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

**BOGOTÁ D.C.**

**2017**

## NOTAS DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma Asesor María Cristina Cifuentes**

---

**Firma Evaluador**

---

**Firma Evaluador**

## ***Agradecimientos***

*Son muchas las personas que contribuyeron a la elaboración de mi trabajo de investigación, desde una palabra de apoyo a motivarme a terminarlo hasta un aporte para su realización, a las cuales agradezco por su incondicional apoyo en la culminación de este logro académico y profesional.*

*Principalmente a Dios, quien fue mi motor, que estuvo conmigo en cada proceso que esta investigación implicó, a mi familia, quienes me acompañaron a lo largo camino. Mis padres Leonel y Mery, mi abuelita Sofía, mis tíos Jeaneth, Marlen, Tobias y Alvaro que más que tíos son mis segundos padres, mis hermanas Andrea y Dani, y no pueden faltar Ander, Erich, Felipe, Alejo y por supuesto Martín, que siempre estuvieron ahí impulsándome a cerrar este ciclo.*

*Un Agradecimiento especial a mi asesora María Cristina Cifuentes por su constante orientación durante todo el proceso de investigación, por sus correcciones oportunas y por brindarme su apoyo siempre.*

*De igual manera, agradezco a la Escuela Pedagógica Experimental por abrir sus puertas y permitirme realizar la implementación de la propuesta, principalmente a las profesoras Jeaneth Malagon y Tatiana Lara*

*Y en general a todos mis amigos que en algún momento de este largo proceso estuvieron presentes July, Jonathan, Yeimy, Alejandra, Michael Celis, Olmer, Diana, Bayron, Paola y Kathe.*

*A todos muchas gracias los llevaré siempre en mi corazón*

	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 6

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Construcción de molinos para indagar los principios básicos de las máquinas simples en la Escuela Pedagógica Experimental
<b>Autor(es)</b>	Téllez Burgos, Aura Yulieth
<b>Director</b>	Cifuentes Arcila, María Cristina
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 41 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional.
<b>Palabras Claves</b>	CONSTRUCCIÓN DE ARTEFACTOS, TRABAJO POR PROYECTOS, ATAS, MOLINO DE VIENTO, MAQUINAS SIMPLES, PROPUESTA DE AULA

<b>2. Descripción</b>
<p>Este documento contiene reflexiones que orientan la construcción de una propuesta de aula que tuvo como propósito potenciar los procesos de pensar, hablar y comunicar de los estudiantes de la Escuela Pedagógica Experimental, a través del desarrollo de un proyecto desde la perspectiva de Activad en Totalidad Abierta, orientado a la construcción de un molino de viento desde las ideas de máquinas simples.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Barab, S., &amp; Plucker, J. (2002). Smart People or Smart Contexts? Cognition, Ability,. <i>Educational Psychologist</i>, 37: 3, 165-182.</p> <p>Boned, S. (2015). <i>Aprendizaje por proyectos: Una alternativa al método tradicional de enseñanza-aprendizaje</i>. Monzón, España: Universidad Internacional de la Rioja.</p> <p>Calderon, E. (2011). <i>Producción de Energía Eléctrica mediante el diseño de un sistema híbrido compuesto por un Aerogenerador y un Generador Hidráulico</i>. Bogotá.</p>



**FORMATO**

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 2 de 6

- Camuñas, P. (2002). *El molino de manchego*. España: Azacanes.
- Cauich, J., & García, J. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? *Educación y Pedagogía Vol XX núm 50*.
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje basado en proyectos como estrategia de Enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Decker, K. (2009). *Wind powered factories: history and future of industrial windmills*. Obtenido de Low-Tech Magazine:  
<http://www.lowtechmagazine.com/2009/10/historyofindustrialwindmills.html>.
- Feynman, R., Leighton, R., & Sands, M. (1971). *Física, Feynman*. Mexico: Fondo educativo interamericano.
- Grupo de investigación el aprendizaje y la enseñanza Corporación EPE. (2012). La propuesta ATA-EPE. *Corporación EPE editorial*.
- Guerrero, R., Noguera, N. L., & Rodríguez, J. (2017). *Diseño y construcción de un artefacto para el desarrollo de pensamiento espacial*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hewitt, P. (2004). *Física conceptual, novena edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias Vol. 12 No.3*, 229-313.
- Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educar*, 77-96.
- Koponen, I., & Mäntylä, T. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics:.
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-Based Learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., Bass, K., & Fredricks, J. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES* 7, 313-350.
- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la Educación Científica: Nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 5- 12.
- Lopez, E. (2007). *De Energía Eólica a Energía a través del juego con Aerogenerador*. Bogotá .

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>EFECTUANDO LA TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 6	

- Marquez , C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 61-71.
- Martí, J. (2012). *Aprender Ciencias en la educación primaria*. Barcelona: GRAO.
- Martinez Torregrosa, J. (1993). ¿Cómo organizar la enseñanza para un mejor aprendizaje? La estructura de los temas y cursos en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Martínez, D., & Márquez, D. (2014). Las habilidades investigativas como eje transversal de la formación para la investigación. *Tendencias Pedagógicas*(24), 347-360.
- Otalora, T. (Dirección). (2016). *Maquinas simples trabajando juntas* [Película].
- Palmieri, P. (2007). Breaking the circle: the emergence of Archimedean mechanics in the late Renaissance. *Archive for History of Exact Sciences*, Vol. 62, No. 3 , 301-346.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. In *Idit Harel and Seymour Papert (eds.), Constructionism*. Ablex Publishing Corporation.
- Ramírez, L. M. (2011). *Generando energía eléctrica: Diseño de unidad didáctica para rescatar el papel del trabajo práctico en la enseñanza de la Física*. Bogotá.
- Rinaudo, M., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *RED – Revista de Educación a Distancia*.(N. 22), 29.
- Sanchez, M. (2002). *La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento*. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de Revista Electrónica de Investigación Educativa : <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.htm>
- Santana, H. (2011). *Actividades con enfoque colaborativo: las energías renovables en el aula y la transformación de la energía* . Bogotá.
- Santiago , P. (2012). *El Trabajo por proyectos: Una forma de innovar en educación*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Segura , D. (2000). Las ATAs: Una alternativa didáctica. *Planteamientos en educación La enseñanza de las Ciencias*, 9-37.
- Segura, D. (2002). Información y conocimiento, una diferencia enriquecedora. (M. d. Nacional, Ed.) *Museológica*, 5(9), 22-34.
- Segura, D. (2008). Las Urgencias de la innovación. *10º Congreso Nacional de Ciencias y Estudios Sociales*,.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>FORMACIÓN DE PROFESORES</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 6	

- Slisko, J. (2010). *Física 1. El gimnasio de la mente, competencias para la vida*. Mexico : PearsonEducación .
- Strathern, P. (1999). *Arquimedes y la palanca*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.
- Thomas, J. (2000). A review of research on project based learning .
- Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica @ Educare, XIV(1)*, 131-142.
- Uribe, C. (2000). *Una metodología de "análisis de objetivos procedimentales" para los guiones de laboratorio en la licenciatura de físicas*. Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.
- Vasco, C. (2006). Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019. (pág. 8). Medellín: eduteka.
- Vega, M., Gonzalez, M., & Molina, L. (2009). Funcionamiento y mantenimiento de molinos de viento. *ABC de la tecnología*.
- Zuckerman, G. A., Chudinova, E. V., & Khavkin, E. (1998). Inquiry as a Pivotal Element of Knowledge Acquisition within the Vygotskian Paradigm: Building a Science. . *Curriculum for the Elementary. Cognition and Instruction*, 16 (2) 201-233.

#### 4. Contenidos

Este documento está dividido en cuatro capítulos. En el capítulo 1 presento los fundamentos de mi propuesta de aula, basados en una idea de la enseñanza como construcción de conocimiento. Igualmente exhibo algunos presupuestos de las ideas que orientan el trabajo por proyecto y al tiempo, las comparo con una propuesta similar que se desarrolla en el contexto colombiano que consiste en organizar las clases de ciencias en torno a Actividades en Totalidad Abiertas (ATAs).

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES PEDAGÓGICAS</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 5 de 6</b>	

En el segundo capítulo presento una revisión alrededor de los molinos de viento, sus características, el tipo de máquinas que los compone y los usos que a través de la historia se les han dado a estas máquinas para la solución de problemas; con el fin de encontrar las posibilidades educativas que puede tener trabajar en el aula con este tipo de artefacto.

En el tercer capítulo, desarrollo la planificación y puesta en marcha de la propuesta de aula, describiendo detalladamente cada una de las sesiones de la implementación de la propuesta y finalizando con un análisis de la propuesta y el proceso de implementación. Con base al análisis, desarrollo el capítulo 4, en el cual relato las reflexiones finales sobre el diseño de la propuesta, a la luz de lograr potenciar los procesos esenciales de la clase de ciencias pensar, hacer y comunicar.

### **5. Metodología**

Estructuré esta investigación en tres etapas siguiendo los planteamientos de Rinaudo & Donolo, (2010) Inicialmente hice la preparación de la propuesta, la planeación de las metas de aprendizaje, puntos de partida, definí las intenciones teóricas del estudio para finalmente diseñar la propuesta de aula con base a los fundamentos teóricos hallados.

Una segunda etapa que consistió en implementación de la propuesta. Puse en marcha mi propuesta de aula en la Escuela Pedagógica Experimental trabajando con estudiantes del nivel 10 ( grado Octavo)

Y por último la etapa de análisis y reflexión en retrospectivo en el que analizo y evalúo la propuesta en términos de qué tanto logró la propuesta de aula potenciar los procesos de pensar, hacer y comunicar. Así como las preguntas y actividades planeadas para tal fin.

### **6. Conclusiones**

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 6 de 6</b>	

La pregunta conductora que guío esta investigación estaba orientada a saber De qué manera una propuesta de aula, basada en la construcción de molinos, permite a los estudiantes de la Escuela Pedagógica Experimental potenciar los procesos esenciales de pensar, hacer y comunicar

De acuerdo al análisis y reflexión sobre el diseño e implementación de la propuesta, puedo evidenciar que con la propuesta de aula si se logró fomentar en gran medida los procesos esenciales de la clase de ciencias de pensar, hacer y comunicar. Muestra de ello son los hallazgos y las comprensiones a las que llegaron los estudiantes. Pues es en el hacer y en el hablar donde se evidencia lo que se piensa y las construcciones que se logran.

Del mismo modo, puedo concluir que, en una propuesta bajo la perspectiva de proyectos ATA, es de gran importancia el acompañamiento que realice el maestro en el proceso del proyecto, ya que por medio de las preguntas orientadoras que realice en el momento oportuno logra potenciar en gran medida los procesos esenciales en la clase de ciencias, puesto que es a través de las preguntas donde se suscita el interés por indagar, proponer experiencias significativas.

Por otro lado, puedo afirmar que mediante la construcción del molino de viento es posible indagar sobre maquinas simples, muestra ello es este trabajo y asimismo resalto otras posibilidades que permite el molino de viento ya que promueve abordar los principios básicos de la conservación de la energía, que resultaría un campo interesante a trabajar.

<b>Elaborado por:</b>	Aura Yulieth Téllez Burgos
<b>Revisado por:</b>	María Cristina Cifuentes Arcila

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	29	01	2018
--	----	----	------

# 1 CONTENIDO

---

INTRODUCCIÓN .....	1
1 EL TRABAJO POR PROYECTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS .....	5
1.1 La enseñanza de las ciencias como construcción de conocimiento. ....	5
1.1.1 Enseñar a pensar, hacer y comunicar como objetivo central en las clases de ciencias. 6	
1.2 Los proyectos y la construcción de artefactos para la enseñanza de las ciencias.....	8
1.3 Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de las Actividades en Totalidad Abiertas (ATAs) .....	10
1.4 Experiencias representativas del uso de proyectos, diseño de artefactos y ATAS para la enseñanza de las Ciencias. ....	12
2 LOS MOLINOS Y SUS POSIBILIDADES EDUCATIVAS DESDE LAS MÁQUINAS SIMPLES .....	14
2.1 Usos de los molinos a través de la historia .....	14
2.2 Las máquinas simples en los molinos de viento. ....	17
2.2.1 La palanca. ....	18
2.2.2 Plano inclinado. ....	19
2.2.3 Ruedas .....	20
2.2.4 Rueda y eje. ....	20
2.2.5 Mecanismos de transmisión .....	21
2.2.6 Engranajes .....	22
3 PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE AULA .....	24
3.1 Análisis de la propuesta de aula y del proceso de implementación.....	34
4 REFLEXIONES FINALES.....	37
5 REFERENCIAS.....	39

ANEXOS .....	1
ANEXO 1 habilidades en el ámbito de los datos, hechos y evidencias.....	1
ANEXO 2 habilidades en el ámbito de las ideas y modelos teóricos.....	2
<i>ANEXO 3 Procesos generales de la actividad científica .....</i>	<i>3</i>
ANEXO 4 material ata-epe .....	4

## **Esquemas**

Esquema 1 Caracterización de la investigación científica escolar .....	7
Esquema 2 Clasificación de máquinas simples .....	18

## **Figuras**

Figura 1 Molino de Manchego .....	16
Figura 2 Aspas del molino de Manchego visto desde la idea de la máquina simple rueda y eje.....	21
Figura 3 Transmisión de la fuerza del viento a los engranajes de un molino.....	23
Figura 4 Prototipo de Molino de viento de Manchego. ....	26
Figura 5 Mini experimento cualitativo .....	30

## INTRODUCCIÓN

---

Algunos estudios en didáctica de las ciencias señalan que en Colombia el propósito de la enseñanza de las Ciencias se ha enfocado en los temas, viendo la ciencia en forma teórica (Torres, 2010) Esto quizás se deba a la forma como se ha considerado el conocimiento, habilidad, inteligencia, talento: un proceso independiente que tiene lugar en las mentes individuales. Concebir los conocimientos solamente dentro de las mentes de los estudiantes ha hecho que la estructura del sistema educativo se centre en la trasmisión de información (Barab & Plucker, 2002; Segura, 2008).

Del énfasis tradicional se deriva uno de los principales problemas del aprendizaje de las ciencias reportados en la literatura (Krajcik & Blumenfeld, 2006; Vasco, 2006). Dicho problema radica, como lo afirma Segura (2002), en que los conocimientos científicos que adquieren los estudiantes durante su vida escolar suelen ser superficiales, es decir, ellos no llegan a desarrollar una comprensión conceptual profunda, se quedan únicamente con la información se les ha transmitida. Lo cual corroboré con las comprensiones propias que he tenido en mi experiencia durante las diferentes etapas de mi práctica pedagógica Este problema está ligado al rol que se le da al estudiante, un rol pasivo en el que solo debe prestar atención a la información transmitida por el docente y memorizarla. Dado esto, es habitual que los estudiantes se aburran en dichas clases, y convierte esto en un problema tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de las ciencias. (Martínez Torregrosa, 1993)

El énfasis excesivo en la información ha ido en detrimento del desarrollo de los procesos esenciales en la clase de Ciencias, que lleva a un aprendizaje memorístico, que como lo evidenció en mis prácticas se relaciona con memorizar “formulas” para resolver ejercicios, sin saber en algunos casos su significado; a una falta de motivación en las clases y a tener poca pertinencia para la formación de ciudadanos para la sociedad. (Segura, 2002)

Varios docentes e investigadores han desarrollado propuestas alternativas para la educación en ciencias que no ponen el énfasis en la transmisión de conocimiento. Por ejemplo, Martí (2012) señala que uno de los principales objetivos de la educación en ciencias es apoyar los procesos esenciales para que los estudiantes piensen, hablen y hagan con las ciencias. En consecuencia, es relevante pensar y desarrollar propuestas de aula que logren trascender el

énfasis de los temas y orientarlas a potenciar procesos esenciales como pensar, hacer y comunicar, que sean coherentes y pertinentes con las necesidades de las poblaciones. En este caso tuve en cuenta los escenarios en los que interactúe en mi práctica pedagógica, especialmente la práctica realizada en la Escuela Pedagógica Experimental.

Por esta razón, mi trabajo tuvo como propósito desarrollar una propuesta de aula; para ello, una revisión en la literatura me permitió organizar y pensar en propuestas de enseñanza que permitieran potenciar los procesos esenciales de pensar, hacer y comunicar. Encontré que los trabajos por proyectos tienen ciertas características que fomentan el desarrollo de estos procesos ya que, se basa en preguntas problema que involucran a los estudiantes en su planteamiento y solución, los miembros del proyecto se reúnen en grupos pequeños y participan en actividades colaborativas en busca de solucionar el problema y el resultado de los proyectos son productos tangibles creados por los estudiantes. Este producto tangible puede ser la construcción de artefactos, que se considera como una forma de organizar el trabajo por proyectos (Krajcik & Blumenfeld, 2006). Asimismo, hallé dentro del contexto colombiano, específicamente en el escenario de práctica, una alternativa didáctica que relaciona el trabajo por proyectos y la construcción de artefactos, que consiste en organizar la clase de ciencias en torno a Actividades Totalidad Abiertas (ATAs) que consiste en disponer la clase en torno a una problemática o proyecto y el desarrollo de la misma se da de acuerdo al interés de los estudiantes y acompañamiento del maestro (Segura , 2000) Específicamente el objetivo que me propuse alcanzar en esta investigación fue: Aportar a la enseñanza de la física a través del diseño de una propuesta de aula, cuyo objetivo sea la construcción de un molino de viento para indagar los principios básicos de las máquinas simples que permita a los estudiantes de la Escuela Pedagógica Experimental potenciar los procesos esenciales de pensar, hacer y comunicar

Adicionalmente, centré mi propuesta en la construcción de un artefacto en particular, el molino de viento, pues hice una revisión sobre investigaciones realizadas en este campo y encontré que los molinos brindan diversas posibilidades educativas, como abordar temáticas de transformación de la energía y el uso de energías limpias. Sin embargo, yo trabajé con un molino específico “El molino de Manhego” pues este molino está compuesto en su interior por un sistema de máquinas simples que permiten transformar el movimiento.

El trabajo por proyectos y particularmente enfocados a la construcción de artefactos constituye una forma de actividades experimentales en la enseñanza de la física muy acorde con los propósitos de la línea de profundización a la cual pertenezco y surge esta idea de trabajo, que se encuentra en el marco de la investigación en enseñanza de la Física de la licenciatura de la Universidad Pedagógica Nacional.

De esta manera, organicé una propuesta de aula basada en estos principios y evalué su pertinencia en cuanto a lo que aporta en el fortalecimiento de los procesos de pensar, hacer y comunicar. Para desarrollarla, estructuré esta investigación en tres etapas siguiendo los planteamientos de Rinaudo & Donolo, (2010) inicialmente hice la preparación de la propuesta, la planeación de las metas de aprendizaje, puntos de partida, definí las intenciones teóricas del estudio y diseñé la propuesta de aula. Una segunda etapa de implementación de la propuesta, consistió en el desarrollo de un ATA derivado de un proyecto que tuvo como fin la construcción de un molino y por último, hice la etapa de análisis y reflexión en retrospectivo. Asimismo, con el fin de alcanzar el objetivo general me propuse los siguientes objetivos específicos, que para esta investigación son de orden metodológicos: a) establecer los fundamentos teóricos que orientan el diseño de la propuesta de aula; b) diseñar una propuesta de aula teniendo en cuenta los fundamentos teóricos, c) implementar la propuesta de aula diseñada en la Escuela Pedagógica Experimental y d) analizar y reflexionar los resultados obtenidos durante la implementación en términos de potenciar los procesos esenciales de la clase de ciencias.

## **VISIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO**

Ahora bien, para dar cuenta de mi trabajo de investigación, organicé este documento en cuatro capítulos. El capítulo 1 presento los fundamentos de mi propuesta de aula, basados en una idea de la enseñanza como construcción de conocimiento. Igualmente exhibo algunos presupuestos de las ideas que orientan el trabajo por proyectos, y al tiempo, las comparo con una propuesta similar que se desarrolla en el contexto colombiano que consiste en organizar las clases de ciencias en torno a Actividades en Totalidad Abiertas (ATAs). Con el fin de establecer algunos lineamientos desde los cuales voy a construir mi propuesta. Cerrando el

capítulo mostrando algunas experiencias representativas de este tipo de propuestas pedagógicas

En el segundo capítulo, presento una revisión alrededor de los molinos de viento como artefactos, sus características, el tipo de máquinas que los componen y los usos que a través de la historia se le han dado a estas máquinas para la solución de problemas con el fin de encontrar las posibilidades educativas que puede tener trabajar en el aula con este tipo de artefacto.

En el tercer capítulo, desarrollo la planificación y puesta en marcha de la propuesta de aula, describiendo detalladamente cada una de las sesiones de la implementación de la propuesta y finalizando con un análisis de la propuesta y el proceso de implementación. Con base en el análisis, desarrollo el capítulo 4, en el cual relato las reflexiones finales sobre el diseño de la propuesta, a la luz de lograr potenciar los procesos esenciales de la clase de ciencias pensar, hacer y comunicar.

## **1 EL TRABAJO POR PROYECTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

---

Al interior de este capítulo presento los fundamentos de mi propuesta de aula, basados en una idea de la enseñanza como construcción de conocimiento. Presento algunos presupuestos de las ideas que orientan el trabajo por proyecto, y al tiempo, las comparo con una propuesta similar que se desarrolla en el contexto colombiano que consiste en organizar las clases de ciencias en torno a Actividades en Totalidad Abiertas (ATAs). Con el fin de establecer algunos lineamientos desde los cuales voy a construir mi propuesta.

### **1.1 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS COMO CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO.**

La idea sobre cómo se concibe el conocimiento ha tenido diversos significados con el paso del tiempo. Coexisten dos grandes pensamientos, entre muchos otros, al momento de entender qué es el conocimiento, manifestándose en la forma de enseñar. Por una parte, se considera que el conocimiento está referido a una realidad externa, independiente de quien conoce, y se habla entonces de que la actividad científica se trata de descubrimientos. Y, por otro lado, contrario a esa idea, se reconoce que la ciencia no trata de descubrir las leyes que gobiernan la naturaleza, si no de inventarlas. Esta concepción se fundamenta en la idea de que el conocimiento es una realidad que las personas construyen a partir de su interacción con el mundo externo (Segura, 2002).

Asimismo, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, la manera de entender el conocimiento ha influenciado en la forma de enseñar las ciencias. La concepción del conocimiento como una verdad externa ha encontrado correlato en la concepción de la escuela como el lugar donde se enseñan los resultados de la actividad científica como verdades absolutas (los descubrimientos) y los estudiantes acceden a dichos conocimientos establecidos; los memorizan y repiten como garantía de aprendizaje, enfocando la educación en los contenidos. En cambio, la concepción del conocimiento como construido, encuentra su correlato en la idea de enseñanza que reconoce lo aprendido no como algo exterior al proceso, sino que es una consecuencia del proceso mismo, en el cual el estudiante debe ser el protagonista de lo que aprende, de lo que se construye. (Martí, 2012; Segura, 2002;

Zuckerman, Chudinova, & Khavkin, 1998). Esta última forma de concebir el conocimiento termina siendo más relevante, pues considero que al tener esta concepción surge la necesidad de buscar estrategias que permitan a los estudiantes construir su conocimiento, es por esta razón que para mi propuesta de aula me sirve como fundamento teórico.

Ahora bien, centrándome en la idea de que el conocimiento se construye, vale la pena pensar en que su construcción demanda de ciertos procesos de pensamiento. Procesos que se desarrollan en las relaciones con el entorno, que se distribuyen a través de las personas y los contextos particulares. En otras palabras, procesos que no están solo en la “mente” del individuo, sino que se distribuyen y se elabora en relación a la tarea y el contexto socio-cultural de las clases, los colegios, los sistemas educativos, etc. (Barab & Plucker, 2002)

### **1.1.1 Enseñar a pensar, hacer y comunicar como objetivo central en las clases de ciencias.**

En la educación en ciencias, y a su vez en la investigación científica escolar, la construcción de conocimiento demanda de tres procesos esenciales: *pensar, hacer y comunicar*. Martí (2012) organiza estos procesos en dos grandes ámbitos: *el ámbito de los datos, hechos y evidencias* y *el ámbito de las ideas y modelos teóricos*, que no son independientes ni se desarrollan de manera lineal, sino que son interdependientes y se desarrollan de manera compleja, dialógica, en el bucle hechos ↔ teorías (Krajcik et al, 1998) (véase Esquema 1 Caracterización de la investigación científica escolarpropuesto en esta investigación, teniendo en cuenta las ideas de Martí). Sin embargo, cada uno de ellos demanda de diferentes procesos cognitivos



*Esquema 1 Caracterización de la investigación científica escolar (Esquema propio)*

El ámbito de los hechos hace referencia a los procesos de generación y análisis de datos para la construcción de conclusiones, requiere de ciertas capacidades, tales como: la capacidad para observar, medir, realizar cálculos estadísticos, diseñar experimentos con variables, consultar datos, ordenar, clasificar, representar, e identificar patrones en los datos, comparar y evaluar datos, establecer hechos y evidencias a partir de los datos y para evaluar las evidencias obtenidas. En el anexo 1 muestro con mayor detalle las capacidades enunciadas.

Por otra parte, el ámbito de las ideas y los modelos teóricos hace referencia a los procesos de desarrollo y utilización de modelos, de construcción y argumentación de explicaciones, requiere de otro tipo de capacidades, tales como: la capacidad de formular hipótesis, exponer predicciones, proponer mecanismos causales, evaluar explicaciones, proponer y evaluar modelos, y construir y evaluar argumentos a partir de evidencias empíricas, las teorías y los modelos (Martí, 2012) En anexo 2 muestro con mayor detalle las capacidades enunciadas.

Si bien estos dos ámbitos pueden verse de manera diferente, puesto que ambos involucran procesos distintos, están interconectados a través de las preguntas, es decir, es mediante las preguntas que nos movemos entre los dos ámbitos o en el interior de cada uno. Como lo expresa Martí las preguntas son el motor de cualquier investigación porque permiten delimitar lo que se quiere hacer o saber, en función de los objetivos que se persiguen en el proceso de investigar. En el anexo 3 se reseña los procesos generales de la actividad científica

que resumen lo mencionado. Teniendo en cuenta los objetivos que considero debe seguir la educación en ciencias, vale la pena pensar en estrategias que fomenten los procesos de hacer, pensar y comunicar como forma para construir conocimiento.

## **1.2 LOS PROYECTOS Y LA CONSTRUCCIÓN DE ARTEFACTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Una forma de potenciar los procesos esenciales (pensar, hacer y comunicar) para construir conocimiento en ciencias es mediante el trabajo por proyectos o aprendizaje basado en proyectos (PBL, por sus siglas en inglés Project-Based Learning). Retomando a Thomas (2000) considero que el PBL es un modelo que permite a los maestros organizar el aprendizaje de sus estudiantes en torno a proyectos: tareas complejas que se desarrollan a partir de preguntas o problemas y que involucran a los estudiantes en su planteamiento y solución. Este modelo tiene 5 características claves a) el aprendizaje se dinamiza con una pregunta central o problema que orienta el proyecto, b) los estudiantes tienen una participación auténtica para dar respuesta a la pregunta central, c) los miembros del proyecto se reúnen en grupos pequeños y participan en actividades colaborativas con el fin de resolver el problema, d) en muchas oportunidades el aprendizaje basado en proyectos se apoya en herramientas tecnológicas, y e) el resultado de los proyectos son productos tangibles creados por los estudiantes. (Krajcik & Blumenfeld, 2006)

Las bases teóricas del PBL tienen su origen en los trabajos de John Dewey sobre la pedagogía experiencial que reconocen que los estudiantes construyen conocimientos y desarrollan nuevas habilidades cuando participan en la solución de situaciones significativas y contextualizadas (Kolmos, 2004; Krajcik & Blumenfeld, 2006). Adicionalmente, el PBL se apoya en cuatro ideas constructivistas: a) *la construcción activa del saber*, b) *el aprendizaje situado*; c) *la interacción social* y e) *las herramientas cognitivas*. Detengámonos brevemente en cada una de estas ideas (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

En relación con la idea de la construcción activa del saber, el modelo de PBL considera que los estudiantes construyen activamente sus propios significados basados en sus experiencias e interacciones con el mundo, es decir, a medida que exploran, observan e interactúan con él,

y establecen conexiones entre sus antiguas y nuevas ideas para construir comprensiones profundas sobre el mundo. Koponen & Mäntylä (2006) plantean que es necesario que se propicien espacios para que el estudiante construya su propio conocimiento en el cual se le dé la oportunidad de indagar, cuestionar y reflexionar que se derivan de los procesos esenciales de pensar, hacer y comunicar

En lo que se refiere al *aprendizaje situado*, el PBL retoma las investigaciones que muestran cómo el aprendizaje de las ciencias es más efectivo cuando es situado en un contexto autentico del mundo real. Krajcik & Blumenfeld (2006) plantean dos beneficios del aprendizaje situado: el primero es que los estudiantes pueden ver fácilmente el valor de las tareas y actividades que ellos realizan, y el segundo es que ellos pueden generalizar lo aprendido y utilizarlo en un amplio rango de situaciones. En este sentido, la cognición se manifiesta en la relación entre estudiantes y las propiedades de entornos específicos (Barab & Plucker, 2002)

Otro rasgo importante en el aprendizaje de las ciencias es el rol de *la interacción social*, los estudiantes desarrollan comprensiones mediante el intercambio de ideas y debatiendo con otros. Barab & Plunker (2002) afirman que el conocimiento es construido socialmente a través de esfuerzos de colaboración para alcanzar objetivos compartidos. Es en el trabajo con otros, en grupos pequeños, donde se construye el conocimiento.

Por último, las investigaciones de Krajcik & Blumenfeld (2006) y Thomas (2000) han mostrado que las herramientas cognitivas ayudan a ampliar lo que los estudiantes pueden aprender. Como herramientas cognitivas se consideran los programas de computador que permiten, por ejemplo, visualizar complejos conjuntos de datos, desarrollar documentos que ilustren las comprensiones del estudiante.

Asimismo, una forma de organizar el trabajo por proyectos es a través de la *construcción de artefactos*, porque, como bien lo dice Papert & Harel (1991) el aprendizaje se da más exitosamente en los contextos en los cuales el estudiante está involucrado con la construcción activa de artefactos, como parte de una actividad, en la que el estudiante tiene la experiencia

de construir un producto significativo. Construir artefactos<sup>1</sup> es una forma de convertir las ideas y relaciones formales y abstractas en algo concreto, visible, tangible, manipulable y, en consecuencia, más rápidamente comprensible.

El trabajo por proyectos desde la idea de construir de artefactos termina siendo el referente del cual me voy a basar para construir la propuesta de aula porque considero que es la más apropiada para construir conocimiento.

### **1.3 ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS ACTIVIDADES EN TOTALIDAD ABIERTAS (ATAS)**

Centrándome en el contexto Colombiano, existe una alternativa didáctica, creada y desarrollada en el escenario en el cual está enfocada mi propuesta de aula, la Escuela Pedagógica Experimental, ligada a la consolidación de espacios de formación tanto en la convivencia como para la construcción de la relación sujeto-conocimiento, que recoge varias de las ideas mencionadas anteriormente y concuerdan muy bien con los principios de trabajos por proyectos desarrollados en otras culturas como la propuesta por Barab & Plucker (2002). Esta alternativa didáctica consiste en organizar la clase de ciencias en torno a Actividades Totalidad Abiertas (ATAs). Las cuales deben obedecer ciertos principios, tales como: 1. Coherencia conceptual: al ser actividades que partiendo de la pre teoría se encaminan a la construcción teórica. 2. Coherencia lógica: formas de razonamiento inteligibles que apunten de construcción del conocimiento. 3. Coherencia en el formato: problemas que tengan en cuenta los intereses. (Segura , 2000)

En la búsqueda de la coherencia conceptual, las actividades que se proponen deben partir de situaciones problemáticas tomadas como totalidad y explorarlas en búsqueda de explicaciones racionales que den respuesta a esos problemas. Muy acorde con la definición

---

<sup>1</sup> Entendiendo el término de artefacto, según el diccionario de la RAE, como: "Objeto, especialmente una máquina o un aparato, construido con una cierta técnica para un determinado fin"

del PBL en el que describen que los proyectos se desarrollan a partir de preguntas o problemas (Segura,2000; Krajcik & Blumenfeld, 2006)

Asimismo, en la búsqueda de las soluciones se sigue una coherencia lógica al extender la actividad tan lejos como sea posible, manteniendo una comprensión permanente de lo que se hace, que se genera mediante la argumentación y extrapolación en formas colectivas de trabajo y actividades discursivas. Este punto hace referencia a lo que en el PBL se refiere a una participación autentica por parte de los estudiantes que trabajan en grupos pequeños

La coherencia del formato, como principio de las ATAs, en términos de PBL se refiere al aprendizaje situado en el cual se debe pensar en problemas realmente interesantes para los estudiantes, relacionado con su contexto y su realidad.

Las ATAs se pueden clasificar por su origen y por el nivel para el cual se prepara. En esta sección quisiera resaltar dos tipos de ATAs: las que se derivan de una pregunta o un fenómeno y las que se derivan de un proyecto. En las primeras, la actividad se desenlaza por medio de preguntas que surgen de la curiosidad, y de situaciones conflictivas que cuestionan la evidencia de las situaciones comunes.

Las ATAs que se derivan de un proyecto se caracterizan por tener un propósito, la consecución de una meta como la construcción de un artefacto o un mecanismo. Durante su desarrollo es posible que surjan preguntas y dificultades que transformen la actividad, generando nuevos caminos de la actividad que se desenvuelven como una ATA derivada de preguntas.

En consecuencia, a lo expuesto hasta el momento en este capítulo decidí construir una propuesta de aula desde la perspectiva de las ATAs derivada de un proyecto siguiendo los lineamientos que fueron expuestos. El rol que considero debe asumir el *maestro* es el de actuar como facilitador, ofreciendo a los estudiantes recursos y asesorías, debe orientar el desarrollo del proyecto y proponer alternativas de trabajo, ya sea planteando preguntas desencadenantes que dirijan el rumbo de las actividades o bien motivando a los estudiantes a plantearse sus propias preguntas para que sean ellos quienes enfoquen el camino de su proyecto, sin olvidarse de la importancia de escuchar las voces de los estudiantes pues son ellos quienes enriquecen la construcción de conocimiento

*El estudiante*, a su vez, es quien construye su propio aprendizaje, debe estar abierto a participar y compartir las inquietudes con sus compañeros, así como a aportar en la solución de los conflictos que surgen al interior del grupo, es activo permanentemente en el proceso: planeando, desarrollando y evaluando sus proyectos.

Asimismo, recogiendo las ideas de Valls, considero el *desarrollo de proyectos*, como “*la ecuación perfecta entre el hacer con las manos y el hacer con el pensamiento*” (Valls en Martí, 2012); pues en estos hay una relación entre lo que manipulan, experimentan y elaboran los estudiantes, la construcción del saber y el desarrollo de nuevas ideas.

#### **1.4 EXPERIENCIAS REPRESENTATIVAS DEL USO DE PROYECTOS, DISEÑO DE ARTEFACTOS Y ATAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.**

Experiencias representativas en trabajos por proyectos, que encontré tanto en el contexto nacional como internacional. Por ejemplo, Santiago (2012), en su trabajo titulado “El trabajo por proyectos: Una forma de innovar en educación”, consideró que iniciar el proceso de trabajo por proyectos a temprana edad, es de gran importancia, ya que los estudiantes pueden desenvolverse en tres ámbitos, aprender a hacer, aprender a vivir, aprender a ser, al buscar metas y los medios para alcanzarlas, de esta manera, Patricia Santiago resaltó que se debe marcar una pauta importante el rol que juega el docente y las familias, en este tipo de proyectos. Asimismo, Boned (2015), en su investigación buscó conocer experiencias reales en la educación infantil que utilizaran una metodología constructivista y aprendizaje por proyectos, y de esta manera probar cuáles son las implicaciones y ventajas del aprendizaje por proyectos en esta etapa.

En el contexto nacional, Ciro Aristizabal (2012), buscó mostrar en su trabajo de grado de maestría, la fusión de lo conceptual y lo práctico, teniendo en cuenta la curiosidad del estudiante, brindando espacios con el objetivo de que los estudiantes piensen e interactúen con el diseño de un proyecto, elaborando estrategias en pro de alcanzar una meta clara que consistió en el diseño y construcción de un proyecto sobre cohetes hidráulicos como método de aproximación a la física mecánica.

En cuanto al diseño de artefactos, Guerrero, Noguera, & Rodriguez (2017) hicieron una propuesta de aula para desarrollar el pensamiento espacial en estudiantes de ciclo V, que consistió en el diseño y construcción de un artefacto (inventado por los investigadores) para abordar con los estudiantes el concepto de vector como elemento clave en el aprendizaje de otras temáticas tanto en física como en matemáticas y tecnología

Por último, al interior de la Escuela Pedagógica Experimental existen un sinnúmero de experiencias diseñadas y desarrolladas por docentes de la Escuela, que siguen los lineamientos de las ATAs. Por ejemplo, ATAs que se derivan de un proyecto, cuyo objetivo es la construcción de un artefacto, en este sentido, se encuentran las construcciones de un motor eléctrico, de la cámara oscura, de un barquito de vapor, de una estación meteorológica, de ascensores con poleas y de mecanismos de transmisión y transformación de movimientos. Mediante estas actividades se han logrado resultados afines ya que este tipo de proyectos despierta el interés de los estudiantes y suscita otros interrogantes que cambian el rumbo del proyecto, llevando a que los estudiantes no sólo consigan alcanzar como meta la construcción del artefacto sino también nuevas comprensiones alrededor del fenómeno trabajado. (Segura , 2000)

## **2 LOS MOLINOS Y SUS POSIBILIDADES EDUCATIVAS DESDE LAS MÁQUINAS SIMPLES**

---

El propósito de mi investigación fue desarrollar los procesos de pensar, hacer y comunicar, consideré pertinente revisar las posibilidades educativas que puede haber al trabajar con molinos en el aula de clase, encontrando que, desde el estudio de la física se pueden organizar experiencias en torno a los molinos desde diferentes campos. Por ejemplo, en una revisión de las investigaciones realizadas al interior de la universidad encontré en gran medida propuestas de aula referentes al uso y diseño de artefactos para abordar temas de transformación de la energía y el uso de energías limpias (López, 2007; Calderón, 2011; Ramírez, 2011; Santana, 2011). Pero ninguna hacía referencia a analizar el molino desde su funcionamiento, por esta razón, en este capítulo presento una revisión alrededor de los molinos como artefactos, sus características, el tipo de máquinas que tiene desde los usos que a través de la historia se le han dado a estas máquinas para la solución de problemas, con el fin de encontrar las posibilidades que puede tener trabajar en el aula con este tipo de artefacto.

### **2.1 USOS DE LOS MOLINOS A TRAVÉS DE LA HISTORIA**

Los molinos aparecieron desde la antigüedad. Para las civilizaciones como los egipcios y los sumerios fue muy importante el uso de los molinos; utilizaban estos artefactos para lograr navegar a través de los ríos Tigris, Éufrates y Nilo, aprovechando la fuerza del viento para mover los barcos impulsados por velas, esa misma brisa sirvió también de impulso para mover las aspas de los molinos de viento. Más adelante los griegos y los romanos también hicieron uso de estos artefactos, aunque para ellos no fue muy relevante ya que contaban con la suficiente mano de obra esclava. (Decker, 2009)

Con el paso del tiempo y gracias al ingenio del hombre, los molinos los han ido perfeccionando de acuerdo con las necesidades de las diferentes sociedades, buscando siempre solucionar los problemas cotidianos y mejorar la calidad de vida de una comunidad. A comienzos de la Edad Media la función de los molinos de viento era para la molienda del grano. Pan y avena era la dieta de esa época y todo el grano debía molerse.

Alrededor del año 1600, fueron apareciendo nuevas aplicaciones industriales de los molinos; se emplearon los molinos en la producción de alimentos: para el descascarado de la cebada y del arroz, la molienda de la malta, para obtener el aceite de diferentes semillas como aceituna o la linaza y también existían molinos de cacao, mostaza, pimienta y tabaco.

Posteriormente se le dio otro uso a los molinos, diferente a la producción de alimentos, fue entonces cuando aparecieron los molinos para permitir el bombeo de agua, para la obtención de papel, el aserrado de la madera, triturar yeso para hacer cemento, para la fabricación de pólvora y por último para generar electricidad (Decker, 2009).

Centrándome un poco en nuestro contexto colombiano, también han sido variados los usos que se le han dado a los molinos. Aunque se ha utilizado en la molienda, para la producción de alimentos como el descascarado del arroz, la caña, el trigo y maíz, su principal uso ha sido para la extracción de agua desde el subsuelo hasta la superficie, específicamente en zonas caracterizadas por presentar vientos como en el departamento de la Guajira y en la sabana de Bogotá, aprovechándose los molinos para abastecer las necesidades del hombre, regar cultivos y en la crianza de los animales (Vega, Gonzalez, & Molina, 2009).

Así como he mencionado la variedad de usos que han tenido los molinos a través de la historia, asimismo son las estructuras de molinos, es decir, existe un tipo de molino para cada uso que se le ha dado, ya que para cumplir con el objetivo por el cual fue creado se necesitan de diferentes mecanismos. La función de los molinos de viento es utilizar la energía mecánica y aprovecharla en trabajo útil que, dependiendo del tipo del molino, puede ser moler alimentos, generar energía eléctrica, extraer agua, aserrar madera o hacer cemento. Particularmente, para mi propuesta de aula, después de consultar los diferentes molinos que existen en el mercado (aerogenerador, aserrador, bombeo de agua, molienda) me llamó la atención el molino de viento de molienda, particularmente el molino de Manchego, porque considero brinda posibilidades educativas, al analizarlo desde su funcionamiento interno, pues lo componen distintos mecanismos que logran que el molino cumpla la misión de moler. (Camuñas, 2002)

Antes de continuar con el análisis del funcionamiento interno, me gustaría describir que es ese tal molino de Manchego. También llamado molino de la mancha, su nombre se debe a la

región en donde es construido, en las crestas de los pequeños cerros próximos a los pueblos de la región de Castilla – la Mancha en España. Es una máquina u artefacto cuyo fin es aprovechar la energía del viento y transformarlo en trabajo útil. Su estructura es hecha toda de madera, está compuesto por tres plantas en su interior: una zona de la que parte la escalera de caracol por la que se accede al resto de plantas y donde se dejaban las mulas; camareta, una estancia media donde se limpia el grano, los utensilios de molienda y por último el moleadero, un mecanismo compuesto por dos piedras cilíndricas, una fija y sobre ella otra produciendo una fricción entre ellas capaz de moler los alimentos que se encontraban en su interior, para producir el frotamiento, es necesario una fuerza motriz generada por el movimiento de las aspas y otros mecanismos internos, que acoplados generan la fuerza necesaria para hacer girar la piedra de moler. (Camuñas, 2002)



*Figura 1 Molino de Manchego. Recuperado de <http://www.spaincenter.org>*

De esta manera, resulta interesante analizar los molinos de viento de Manchego desde la perspectiva de las máquinas simples.

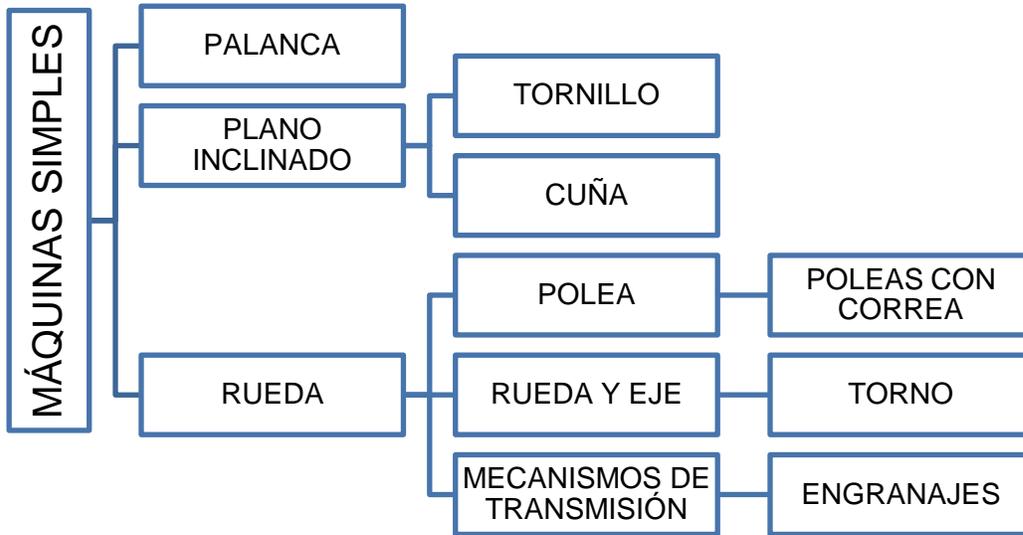
## 2.2 LAS MÁQUINAS SIMPLES EN LOS MOLINOS DE VIENTO.

Ahora bien, como lo mencioné anteriormente, los molinos fueron una creación del hombre para facilitar el trabajo, solucionar problemas cotidianos y mejorar la calidad de vida de las personas. Así mismo, el hombre ha inventado desde la antigüedad diferentes artefactos con el mismo fin, realizar un mejor trabajo con menor esfuerzo, arcos, flechas, cuchillos, hachas, pinzas, ruedas, por mencionar algunos, son artefactos creados que dan origen a lo que llamamos máquinas.

En este sentido, las maquinas simples, según las ideas de Tippens (2011), son dispositivos mecánicos que transforman la aplicación de una fuerza en trabajo útil, es decir, utiliza una energía para realizar un trabajo, ya sea para multiplicar las fuerzas o para cambiar la dirección de éstas. Para explicar el funcionamiento de una máquina en el contexto de las Ciencias se recurre a los principios de conservación de la energía, que en palabras de Feynman (1971) es una ley que gobierna todos los fenómenos naturales conocidos, esta ley establece que hay cierta cantidad que llamamos energía, que no cambia en los múltiples cambios que ocurre en la naturaleza y para dar cuenta que la energía se conserva se debe tener presente que esta tiene diferentes formas que son: energía mecánica en la que encuentra la energía cinética y la energía potencial, energía térmica, energía electromagnética, energía química, energía luminosa, energía nuclear, energía sonora.

Ahora bien, existen cierta cantidad de máquinas simples que acopladas se usan para crear máquinas más complejas, llamadas máquinas compuestas. El molino es considerado una máquina compuesta, ya que en su interior tiene una serie de mecanismos capaces de transformar diversos movimientos. Para desarrollar mejor esta idea, vale la pena indagar sobre las máquinas simples.

Una forma de clasificar las máquinas simples es en tres grandes grupos: palanca, plano inclinado y rueda (Otalora, 2016), que a su vez son la base de otras máquinas simples que utilizan el mismo principio. Se plantea esta agrupación de acuerdo con el principio básico de cada máquina simple. En el Esquema 2 Clasificación de máquinas simples presento la forma como clasifico las maquinas simples según su función.



Esquema 2 Clasificación de máquinas simples

A continuación, presento una breve descripción de estas máquinas, justificando por qué están organizadas de esa manera y analizo algunas desde la función que cumplen en los molinos de viento de Manchego.

### 2.2.1 La palanca.

Consiste en una barra rígida que posee un punto de apoyo llamado fulcro, al cual se le aplica una fuerza, al girar sobre su fulcro podrá levantar un objeto pesado. La eficiencia de esta máquina parte del principio de equilibrio que establece que el momento de torsión de entrada es igual al momento de torsión de salida (Strathern, 1999). Esta máquina simple se le atribuye a Arquímedes, si bien no fue él quien la inventó, se le reconoce por ser el primero en utilizar las primeras combinaciones de varias poleas y sistemas triples, llegó a demostrar con uno de sus grandes inventos que sus máquinas eran capaces de sacar a barcos tierra adentro (Strathern). El mundo ya sabía de la existencia de la palanca como método de elevación, antes de su aparición en escena, pero esa ancestral palanca no era capaz de elevar cualquier objeto. Con sus revolucionarias ideas, Arquímedes rompió con esa limitación, de allí su famosa frase de "*Denme un punto de apoyo y moveré el mundo*" (Strathern).

Esta máquina simple tiene como función transmitir una fuerza y un desplazamiento, se utiliza para aumentar la fuerza mecánica. En la palanca se cumple que el producto de la fuerza que se aplica (potencia) por la distancia (punto de aplicación de la fuerza y el fulcro) es equivalente al producto de la resistencia (peso del objeto que se quiere levantar) por la longitud del brazo, esto se conoce como la ley de la palanca. En esta máquina es evidente la relación entre fuerza y distancia y su forma de compensación

### **2.2.2 Plano inclinado.**

Esta máquina simple es utilizada para subir objetos pesados, consiste en una superficie plana que forma un ángulo oblicuo con la horizontal. El trabajo se realiza al deslizar el objeto por la superficie, llevándola a una altura mayor, de esta forma se requiere menor esfuerzo recorriendo una mayor distancia. El principio de esta máquina simple se utiliza en el TORNILLO que como lo menciona Palmieri (2007) se puede definir como un plano inclinado enrollado alrededor de un eje cilíndrico, donde la separación entre las roscas representa el ángulo de inclinación del plano. Así mismo, LA CUÑA es una máquina simple que en realidad es un plano inclinado doble, se aplica en hachas, cuchillos, cinceles y en general en herramientas cortantes. (Palmieri, 2007 ; Tippens, 2011)

En esta máquina también se evidencia la relación entre distancia y fuerza, y se involucra una variable más que tiene que ver con el ángulo de inclinación del plano. Su relación se da en que entre menor sea el ángulo que forma con el suelo, menor será la fuerza que se necesite, aumentando la distancia que se debe recorrer, para subir un objeto. Utilizando el plano inclinado se reduce la fuerza al compararlo si lo levantamos de manera vertical.

El ángulo que se relaciona en el plano inclinado, para el caso de la cuña será en que tan finos son las puntas ya sea un hacha o cuchillo, entre menor ángulo mejor será el corte.

### 2.2.3 Ruedas

Es uno de los grandes inventos de la humanidad. La rueda puede considerarse como un artefacto al servir como medio de transporte y también como una máquina simple pues de ella se deriva la polea, el sistema rueda y eje, el torno, mecanismos de transmisión y los engranajes. LA POLEA, tal como lo expone Tippens (2011), puede verse como una aplicación de la palanca, basado en el principio de equilibrio, cuyo brazo de palanca de entrada es igual al brazo de palanca de salida con la diferencia de que esta máquina permite cambiar la dirección de aplicación de la fuerza, se utiliza para subir objetos pesados, sujetando el objeto por medio de una cuerda que pasa por la polea, al otro extremo de la cuerda se aplica la fuerza. La polea puede hacer el papel de multiplicar la fuerza cuando se utiliza como polea móvil o se construye un sistema de poleas (POLIPASTOS) aplicando así una fuerza menor a la que se requiere para subir el objeto.

Hasta el momento he planteado una serie de máquinas simples utilizadas para facilitar el trabajo de subir objetos pesados, transformar el sentido de la fuerza y romper objetos, que podemos ver en diferentes artefactos cotidianos. Ahora bien, retomando la idea de los molinos y lo que he mencionado de las maquinas simples, es posible observar los molinos como un conjunto de máquinas simples, es por esta razón que para las máquinas simples que siguen (rueda y eje, torno, mecanismos de transmisión y engranajes) realizaré una descripción más detallada desde la función que cumplen en el molino de Manchego.

### 2.2.4 Rueda y eje.

Es un sistema de una rueda conectada rígidamente a un eje de manera que los dos giran juntos en la misma dirección. Este sistema puede utilizarse para generar una gran ventaja mecánica, entendiendo esto último como la razón que hay entre la fuerza de salida a la fuerza de entrada  $V_M = \frac{F_s}{F_e}$  (Tippens, 2011), un ejemplo de este tipo de máquina se observa en el volante de dirección de un carro o un destornillador, en el cual la fuerza de entrada se aplica a la rueda; o en sentido opuesto.

Analizando el molino de viento en general, se puede explicar el funcionamiento de las aspas a partir de la maquina simple de rueda y eje. En el cual la rueda son las aspas, ya que al girar describen un movimiento circular que, al estar acoplado con el eje, hace que ese movimiento se transmita al eje. (Ver Figura 2)

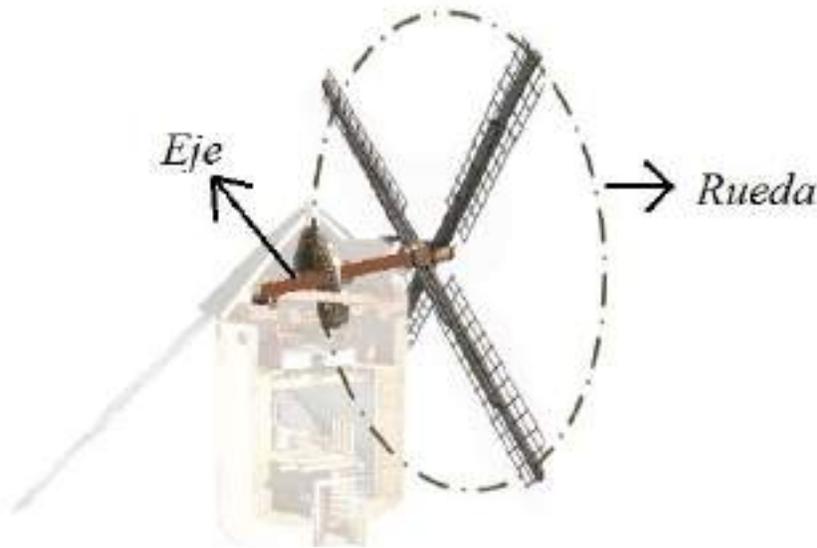


Figura 2 Aspas del molino de Manchego visto desde la idea de la máquina simple rueda y eje

En este caso, el momento de torsión producido es el producto de la fuerza por el radio del eje, mientras que el momento de torsión suministrado es el producto del esfuerzo por el radio de la rueda. Se puede explicar con el mismo principio de la palanca, una relación entre fuerza y distancia, en este caso la distancia hace referencia a los radios de la rueda y el eje. La ventaja mecánica de esta máquina se da en relación con los radios  $VM \frac{R}{r}$ .

Un ejemplo de rueda y eje es la máquina simple llamada TORNO, utilizado para elevar cuerpos muy pesados.

### 2.2.5 Mecanismos de transmisión

Este tipo de maquina está compuesta por dos elementos, un elemento de entrada llamado “Motriz” y un elemento de salida conocido como “elemento conducido”, es decir, un primer

elemento en el que se genera el movimiento que a su vez se transmite a un segundo elemento, generando así transmisión de movimiento como es el caso del carro, transformación de movimiento (de un movimiento vertical a uno horizontal), o cambio de dirección. Estos elementos pueden ser ruedas, ruedas dentadas, tornillos... etc. Y la transmisión se da por contacto directo entre los elementos o por medio de una correa.

### **2.2.6 Engranajes**

Un mecanismo de transmisión lo podemos ver en el molino de Manchego, en el sistema de engranajes, cuya función es cambiar un movimiento de giro de un eje horizontal a un giro de eje vertical. El engranaje se da al tener en contacto dos ruedas dentadas, que en el caso del molino de viento se encaja la rueda catalina, que es una rueda grande situada de manera vertical, unida al eje de las aspas, para el análisis del engranaje la rueda catalina será el elemento motriz, que transmite el movimiento a la linterna que es un tambor de barras diseñada para que los dientes de la rueda catalina rocen en su interior y hagan girar la linterna y esta a su vez el eje, que será el eje (ver Figura 3 Salom C.(2016). Transmisión de la fuerza del viento a los engranajes de un molino. [Ilustración] Recuperado de <http://www.salomart.com>). Aquí la relación de transmisión de movimiento se da en cuanto al número de barras de la linterna con el número de dientes de la rueda catalina, que visto de otra manera será una relación en cuanto a los diámetros de las ruedas, similar al mecanismo de DOS POLEAS CON CORREA, que en este caso se da de una rueda grande a una rueda pequeña, y su función es aumentar la velocidad de giro. (Camuñas, 2002)



*Figura 3 Salom C.(2016). Transmisión de la fuerza del viento a los engranajes de un molino. [Ilustración] Recuperado de <http://www.salomart.com>*

Conviene destacar que el fin de la realización de este capítulo fue revisar las posibilidades educativas que ofrece trabajar con la construcción de molinos en el aula de clase, encontré que el molino de viento de manchego permite trabajar los principios básicos de conservación de la energía, un tema interesante para construir comprensiones en torno al concepto de energía, las formas de energía, conservación, degradación, entre otros, pero esta posibilidad demanda de mucho tiempo, puede ser un proyecto a realizarse a largo plazo como un proyecto transversal, un proyecto de aula. Por las condiciones particulares del contexto, el tiempo que tenía destinado mi implementación y adicionalmente por la población y el escenario al que iba dirigida mi propuesta, considere pertinente abordar las ideas y relaciones que se dan en las máquinas simples.

### 3 PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE AULA

---

En este apartado presento el diseño y ejecución de mi propuesta de aula. Durante la planificación determiné a quien iba dirigida la propuesta, los objetivos que me propuse alcanzar, y como se desarrollaría la propuesta. Asimismo describo la forma como desarrolle la propuesta, las actividades que realice y las comprensiones que los estudiantes lograron.

Ahora bien, diseñé una propuesta de aula apoyada en dos miradas: en los lineamientos del aprendizaje basado en proyectos (PBL) y en las ideas de Actividad Totalidad Abiertas (ATAs), las cuales discutí en el capítulo 1. Esta propuesta partió de la organización de una ATA derivada de un proyecto, que tuvo como objetivo el desarrollo de un proyecto para potenciar en los estudiantes los procesos esenciales de *pensar, hacer y comunicar*, mediante la construcción de un molino de viento partiendo de las ideas de máquinas simples.

Mi propuesta de aula fue dirigida y desarrollada en la clase de ATA-EPE con estudiantes del nivel 10<sup>2</sup> de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE). ATA-EPE es un espacio destinado para el desarrollo de la creatividad y la invención mediante el uso de unos kits de robótica, llamados ATAOS. Dichos kits fueron creados y desarrollados por el grupo de investigación “El Aprendizaje y la Enseñanza” de la Corporación EPE. Este proyecto surge como una respuesta a los interrogantes cotidianos en las aulas de la Escuela Pedagógica Experimental como innovación educativa. Cada kit está compuesto por piezas entre vigas, platinas, ruedas, motor, caucho correa, tornillos, tuercas y otros elementos adicionales de acuerdo al nivel, (En el anexo 4, se muestra con detalle el material ATA-EPE) que permiten construir variedad de artefactos, que pueden ser utilizado para aprender los principios básicos con los que se construyen los más grandes inventos de la humanidad. (Grupo de investigación el aprendizaje y la enseñanza Corporación EPE, 2012)

Dentro de las dinámicas de trabajo de la clase ATA-EPE, los estudiantes se organizan en pequeños grupos de trabajo para llevar a cabo un proyecto, que tiene como meta la construcción de un mecanismo utilizando el material de robótica. Ahora bien, implementé la

---

<sup>2</sup> La Escuela Pedagógica Experimental plantea una organización por niveles y ciclos, el nivel 10 hace parte del ciclo 3(Educación básica secundaria), que corresponde al Grado 8°

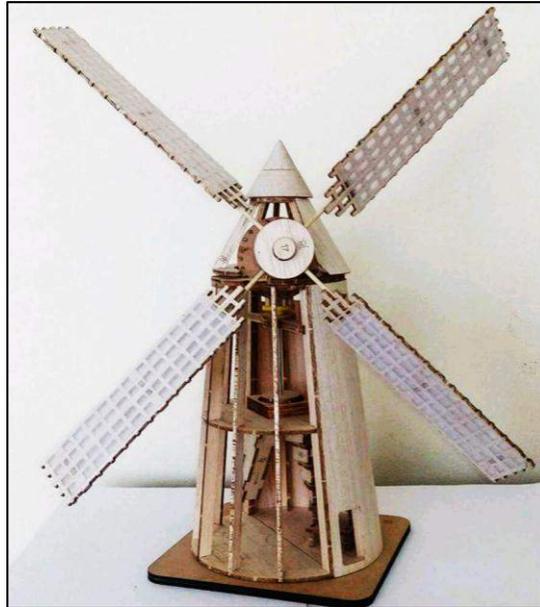
propuesta de aula con un grupo de tres estudiantes del nivel 10, debido a que los demás estudiantes ya tenían adelantado otros proyectos relacionados con la construcción de mecanismos aplicados en un parque de diversiones. De esta manera, el grupo que participó en la implementación estaba conformado por dos hombres y una mujer, cuyas edades están comprendidas entre 12 y 14 años, son estudiantes activos, participativos, receptivos y muy creativos.

La propuesta la desarrollé en cuatro sesiones, una sesión por semana, con una intensidad horaria de dos horas por sesión. Propuse un total de 10 actividades distribuidas a lo largo de las sesiones, entre actividades para ser desarrolladas en clase y otras para ser trabajadas en casa. Todas las actividades estuvieron encaminadas a potenciar los tres procesos esenciales (pensar, hacer y comunicar), pues estos están interrelacionados entre sí y además son interdependientes. Lo que los estudiantes comunican y hacen es indisoluble de lo que piensan: hacer implica pensar lo que se hace y comunicar organizar lo que se piensa y lo que se hace.

## **PRIMERA SESIÓN**

Para esta primera sesión planteé como objetivo de la clase, contextualizar a los estudiantes con el proyecto de indagación y realizar un primer acercamiento a la planeación de su proyecto. Como objetivo de enseñanza me propuse Aproximar a los estudiantes al estudio de los molinos y su funcionamiento y como objetivo de aprendizaje quise que los estudiantes Reconocieran las partes de un molino de Manchego y los mecanismos que lo componen. En concordancia, comencé la sesión presentando al grupo de estudiantes un modelo de molino de molienda: el molino de Manchego, que se muestra en la Figura 4 Prototipo de Molino de viento de Manchego. Luego les permití observarlo y manipularlo durante algunos minutos, con el fin de que comenzaran a identificar los diferentes mecanismos que lo componían (por ejemplo, palancas, poleas, polipastos, árboles, ejes, ruedas de fricción, engranajes, tornos, tornillos, aspas, entre otros) y las funciones que creían cada uno de ellos desempeñaba (por ejemplo, transmisión o transformación de velocidades o fuerzas). Apoyé este proceso con las

siguientes preguntas orientadoras: ¿Qué mecanismos componen el molino? ¿Qué función tienen estos mecanismos?



*Figura 4 Prototipo de Molino de viento de Manchego.*

Una vez los estudiantes terminaron la actividad propuesta discutimos las conclusiones a las que habían llegado. Inicialmente los estudiantes tuvieron dificultad para identificar los mecanismos que componía el molino. Ellos principalmente se centraron en la estructura externa e interna del molino y no en los mecanismos que lo componían. Reconocían una base cilíndrica, una cubierta cónica sobre la que se encuentran las aspas, el tamaño y forma de las aspas, la escalera de caracol por la que se accede al resto de plantas y por último el moledero, donde se encuentran las piedras de molienda.

Como centraban la mirada en la estructura más que en los mecanismos y su funcionamiento, fue necesario plantear nuevas preguntas que les ayudaran a repensar en estas cosas, las preguntas efectivamente aportaron y por esta razón terminaron identificando los tres principales mecanismos del molino: el rotor compuesto por un número definido de aspas -al que denominaban simplemente las aspas- la rueda catalina horizontal acoplada al engranaje de transición o linterna -al que se referían como ruedas giratorias o engranajes-; y el moledero o piedra de molienda – a la cual denominaban triturador-

Teniendo en cuenta lo desarrollado en el primer momento de la sesión, organicé la ruta de trabajo del proyecto a partir de las ideas de los estudiantes, sus conocimientos y comprensiones sobre las maquinas simples; ya que, contrario a lo que imaginaba, los estudiantes tenían pocos conocimientos sobre las maquinas simples y sus funciones. De esta manera consideré importante hacer mayor énfasis en los momentos de indagación respecto a las máquinas simples, apoyé esta etapa suministrándoles fuentes de información y centrando la consulta a las clases de máquinas simples, su función y aplicaciones en la cotidianidad, como lo describo más adelante.

La clase continuó centrando la conversación en torno a las máquinas simples, partiendo de los mecanismos que se observaban en el molino que allí tenían, busqué relacionar estos mecanismos que se encuentran en otros artefactos conocidos por ellos, con el fin de identificar la funcionalidad e importancia de los mecanismos dentro de una máquina. Llegaron a hacer comparaciones tales como que el movimiento de las aspas era similar al pedal de una bicicleta, y que el sistema de engranajes acoplados de la rueda catalina y linterna se podían encontrar en un reloj análogo teniendo como función transmitir el movimiento.

Para finalizar la sesión, les propuse a los estudiantes el proyecto para las siguientes dos sesiones con opción a ser presentado en expociencia 2017, que consistía en construir un molino de viento capaz de realizar un trabajo diferente a la molienda, como por ejemplo, un molino para levantar objetos pesados, bombear agua, aserrar madera, generar otro tipo de movimiento o cualquier otro uso que se le quisiera dar aprovechando la fuerza del viento. Para esto, debían cambiar, transformar y/o adaptar los mecanismos del molino de Manchego. Por esta razón, les planteé como ejercicio de consulta, indagar sobre las maquinas simples, para qué fueron inventadas, qué tipos de máquinas simples existen y cuál es la función de cada una de ellas; esto con el fin de que esta consulta les diera elementos para pensar como construirían su molino y centrar su atención en las maquinas simples que podrían acoplarse en los mecanismos del molino, a la luz de su funcionalidad.

## SEGUNDA SESIÓN

En esta sesión el énfasis lo puse en la primera etapa de la construcción del molino. Al inicio de la sesión conversamos sobre las consultas realizadas de manera individual, con el fin de socializar sobre sus indagaciones. Los estudiantes mencionaron diferentes artefactos, entre los que vale la pena resaltar la grúa, que en su interior tiene un mecanismo conformado por una máquina simple llamada torno, cuya función es subir elementos pesados, los remos de una lancha que se basa en la idea de palanca, También, volvieron a mencionar la bicicleta, esta vez describiendo el mecanismo de manivela de los pedales y los engranajes que transmiten el movimiento a las ruedas, trayendo a colación el término de máquinas compuestas, conformados por máquinas simples acopladas entre sí, como es el caso del molino de viento.

De esta manera, centré la conversación en los molinos, principalmente en el tipo de molino que iban a construir en su proyecto, empecé por preguntar qué propuestas tenían y así cada integrante del grupo realizó su aporte. La primera fue que querían construir un molino que permitiera transportar alimentos de un lugar a otro, otra idea fue construir un “molino grúa” y la última se trataba de molino que cortara madera. Todas las propuestas fueron muy interesantes y cumplían con lo requerido, solo faltaba definir cuál escogerían y para eso fue relevante mirar que máquinas simples necesitarían. Para esto, como pequeña actividad dentro de esta primera parte de la sesión, les pedí hacer el ejercicio de pensar en cada máquina simple indagada y analizar si era posible que se acoplara al mecanismo del molino de viento que proponían construir, si era viable construirlas con el material que se disponía y además si servía para facilitar el trabajo que iría a realizar su molino.

Comenzaron por analizar la palanca que fue descartada por unanimidad ya que no encontraron la forma de acoplarla, justificando que dentro del molino no era posible ubicar el punto de apoyo de la palanca. Siguieron con el plano inclinado, cuya función es elevar un objeto pesado a cierta altura realizando menor fuerza, que fue descartado pensando en la función que cumplía, puesto que en ninguna de las propuestas se pretendía realizar un trabajo semejante. La cuña, solo fue aceptada para la propuesta de cortar madera, pero la dificultad que señalaron fue como construirla, específicamente qué material utilizar, de esta manera tanto la máquina simple como la propuesta de construir ese tipo de molino no fue tenida en

cuenta. El tornillo no lo observaron cómo una máquina simple, sino como un elemento necesario para la construcción, ya que hace parte del material ATA-EPE y su función es unir las piezas (vigas, platinas, ruedas) acompañado de tuerca. La polea inicialmente la tuvieron en cuenta, estableciendo que era posible unirla desde el centro de la rueda al eje de las aspas y que al girar las aspas estas a su vez harían girar la rueda y así accionar el mecanismo de la polea, esta afirmación permitió darme cuenta que tenían una confusión sobre la función de esta máquina, confundiéndola con el torno, después de hacerles la aclaración terminaron por descartar la polea y aceptar el torno, que es una máquina simple conformada por el sistema rueda y eje. Otra máquina que analizaron fue el sistema poleas con correa, que inmediatamente aceptaron ya que es la máquina que más han usado en los diferentes prototipos que han construido con el material ATA-EPE, teniéndola en cuenta por su función de transmitir el movimiento. Y finalmente los engranajes, que sin mucho análisis aceptaron ya que fue el ejemplo que les mostré inicialmente en el molino de Manchego.

Al terminar el análisis habían descartado un tipo de molino y cuatro clases de máquinas simples, se había reducido la gama de opciones, pero aún tenían que elegir entre uno de los dos tipos de molinos y si usarían todas las máquinas que habían analizado como aptas. Pude observar las dudas que tenían al respecto, es por eso que decidí pasar a la fase de construcción pensando en que el método de ensayo y error sirviese como herramienta para tomar decisiones. De esta manera les dije que eligieran una máquina e iniciaran el proceso de su construcción, para esto debían establecer el material a utilizar, podía ser piezas de ATA-EPE u otro material adicional como balsa, cartón paja, material reutilizable, etc.

Tomaron la decisión de construir el mecanismo poleas con correa, para elegir el material tenían a su disposición poleas de diferentes diámetros, al inicio las eligieron al azar sin tener en cuenta que su tamaño podía afectar el movimiento. Al hacer el montaje del mecanismo se les presenta la dificultad de que la polea motriz no hace girar a la polea conducida, e iniciaron un proceso de buscar una solución, es ahí cuando intervengo preguntando ¿Qué pasaría si se utiliza como elemento motriz la rueda de mayor diámetro y como elemento conducido la de menor diámetro, o viceversa o las dos del mismo diámetro? Es de notar que, aunque esta fuese una máquina con la que más han trabajado, parece ser que no se habían tomado el tiempo de analizarla y preguntarse sobre la relación de sus poleas.

A raíz de la dificultad presentada les planteé realizar un mini experimento cualitativo que les permitió establecer sus propias conclusiones para elegir el tamaño de ruedas a utilizar según su necesidad y adicionalmente construir sus propias comprensiones sobre esta máquina simple en particular. Este mini experimento consistió en tomar poleas de diferentes diámetros, realizar de manera sencilla el mecanismo de transmisión, tomando las poleas y en el centro de cada una de ellas poner un tornillo, empezar a unir por parejas (grande-pequeña, grande –mediana, grande-grande, pequeña- mediana, pequeña –pequeña, mediana-mediana) por medio de una correa; con una mano generar la fuerza en la rueda motriz al girar el tornillo unido a la polea y sentir de que forma el movimiento es transmitido a la polea conducida (ver Figura 5 Mini experimento cualitativo

) Para su análisis les pedí que respondieran estas preguntas ¿con qué configuración de poleas fue más fácil transmitir el movimiento?, ¿en algún caso se logra aumentar la velocidad? ¿En alguna configuración la velocidad disminuye? Este mini experimento llamó la atención puesto que nunca se habían detenido a hacer este tipo de relaciones de proporcionalidad, simplemente utilizaban las poleas que se les indicaba a la hora de construir determinado prototipo. Concluyeron que al transmitir el movimiento de una polea menor a una mayor era más difícil hacer girar la polea conducida y al realizar el ejercicio al revés sucedía lo contrario, más fácil, deduciendo así como debían ser las configuraciones para disminuir y aumentar la velocidad, además surgieron otros interrogantes por parte de ellos, como “profe y qué sucede si ponemos la correa cruzada” llegando a comprender que de esta manera se cambiaba la dirección de la polea conducida, girando en sentido contrario.



*Figura 5 Mini experimento cualitativo*

El tiempo paso y llegó el momento de concluir la segunda sesión, realicé una retroalimentación de lo trabajado en clase, que si bien no se avanzó mucho en la construcción del molino, si fue productiva ya que de un problema se edificaron nuevas comprensiones. Para terminar, les dejé la inquietud de pensar cómo serían las aspas, y que para la próxima clase llevaran material para construir las, asimismo que terminaran de construir los mecanismos del molino.

### **TERCERA SESIÓN**

En la tercera sesión los estudiantes seguían en la fase de construcción del molino, esta vez haciendo énfasis en la construcción de las aspas. Antes de iniciar con la actividad para ese día, los estudiantes mostraron sus adelantos respecto a los mecanismos internos de su molino, el cual ya habían definido. Se decidieron por construir el molino que llamaron “molino grúa” esto por dos razones, primero porque intentaron hacer inicialmente el molino para transportar alimentos pero se encontraron con la dificultad de no poder adicionar, al mecanismo de poleas con correa, unos compartimientos capaces de recoger el alimento y trasladarlo al otro lado, y segundo porque dentro de las máquinas que consultaron a un estudiante del grupo le pareció interesante la máquina de torno y quiso indagar en busca de las relaciones que allí se aplican y al dar a conocer sus indagaciones a su grupo, explicándoles la relación que se establece entre la longitud de la manivela y el radio del cilindro donde se enrolla la cuerda, sus compañeros estuvieron de acuerdo para acoplarlo a su molino. De este modo, unieron la polea conducida mediante un eje (tornillo) con el sistema de torno, con la modificación de que en este caso la fuerza no se hacía moviendo la manivela, sino que el movimiento era transmitido a través de las poleas con correa, teniendo como función subir un objeto debido al movimiento que se generaría por las aspas.

Teniendo claro qué tipo de molino construir y los mecanismos internos que lo componían, sólo faltaba definir el mecanismo que accionaría el sistema, las aspas. Les planteé a los estudiantes, como tema de debate, qué creían que influía para que las aspas giren más rápido, pensando en cómo se debían elaborar para que aproveche la mayor cantidad de la fuerza del viento y así poder accionar el mecanismo interno del molino, dirigiendo la discusión hacia la

relación de la velocidad de giro de las aspas con la longitud de las aspas, el número de aspas y la forma de las aspas.

De esta manera, para el desarrollo de esta sesión decidí plantearles un segundo mini experimento con el fin de analizar las variables que influían en la construcción de las aspas para aprovechar la fuerza del viento, en su ejecución cada estudiante propuso diseños de aspas elaborados con botellas de plástico, realizando diferentes variaciones, un estudiante se encargó de construir tres tipos de aspas de diferente longitud, otro estudiante hizo variaciones en la forma de las aspas y el otro estudiante vario el número de aspas; dejando fija las otras variables.

El primer estudiante jugó con la longitud del aspa, variando en tres tamaños que los caracterizó entre largo, mediano y pequeño; trabajando en los tres casos con el mismo número de aspas y la misma forma, tomando como referente el molino de manchego trabajo con 4 aspas de forma rectangular. Concluyó entonces, al probar cada una, que entre más largo era el aspa giraba mejor el molino.

El estudiante que decidió hacer variaciones en el número de aspas, construyó el mecanismo con cuatro, seis y ocho aspas, elaborándolas con la misma longitud (largas como en el molino de manchego) y la misma forma rectangular. Encontrando como relación que entre más aspas el eje del molino giraba con mayor velocidad, pero así mismo al tener más aspas el sistema era más pesado y era más difícil iniciar el movimiento. Concluyendo que lo mejor era utilizar cuatro aspas igualmente separadas, como el molino de manchego. En el hacer se presentaron dificultades para manipular el material en cuanto al corte y pegado, que se fueron resolviendo en el camino.

Para finalizar, se realizaron las pruebas respectivas, para elegir las aspas más eficientes, en cuanto a la que aprovechó la mayor cantidad de la fuerza del viento e hizo accionar el mecanismo interno del molino, estas fueron las de mayor longitud con el menor número de aspas ubicadas con una inclinación tal que reciba la mayor cantidad de aire para hacer girar el aspa. Para este momento la construcción del molino estaba a un 70%, le hacían falta definir algunos detalles de estética, ajustarlo para que fuese más estable, detalles que podían ser

ajustados para la socialización que debían realizar ante sus compañeros del curso, con opción a ser expuesto en ExpoCiencia 2017.

#### **CUARTA SESIÓN**

Esta última sesión, prevaleció el proceso esencial de *comunicar*, pensando en el evento ExpoCiencia Expotecnología 2017, un encuentro para el desarrollo en Colombia, en el cual se comparten conocimientos y experiencias exitosas alrededor de la apropiación de la ciencia. Además, es una forma de reconocimiento al esfuerzo, dedicación, empeño, responsabilidad y compromiso al trabajo que los estudiantes desarrollan durante determinado tiempo, puesto que es un escenario en el cual participan sólo los estudiantes cuyos proyectos se destaquen.

De este modo, dentro de la Escuela se contó con el apoyo de la maestra titular de la clase, para dejar abierto un espacio para participar y mostrar el proyecto terminado del molino de viento en Expociencia 2017. Todo dependía, si el grupo estudiantes terminaba a tiempo la construcción de su molino y presentaban en una socialización a sus compañeros de clase, la maestra titular y yo, su prototipo terminado, exponiendo qué hicieron, cómo lo hicieron, para qué lo hicieron; y fue en esa socialización donde se decidió, entre todos los asistentes, si merecían participar en el evento.

El momento de la socialización llegó, y mostrando su compromiso por el proyecto, los estudiantes terminaron su prototipo a tiempo. Realizaron su presentación comunicándonos el proceso que siguieron para la planeación y desarrollo del proyecto, describieron paso a paso los tres mecanismos que componían su molino, las comprensiones que construyeron frente a las relaciones entre los elementos de cada máquina. Al terminar su intervención, se dejó un espacio para resolver inquietudes respecto a lo presentado. Sus compañeros, interesados por conocer más sobre los detalles de su desarrollo realizaban preguntas respecto a la elección del material, la utilidad del molino y las dificultades que tuvieron.

Vale la pena resaltar aquí, la actitud de los estudiantes durante dicha presentación, porque a pesar de que el proyecto fue propuesto de mi parte, en un tiempo menor comparado al de otros proyectos, ellos lo asumieron de la mejor manera, adoptándolo y aportando ideas

interesantes para culminarlo; y así se evidenció tanto en la exposición como en la forma como respondieron a las inquietudes de sus compañeros. Tanto así, que en común acuerdo se eligió el proyecto del molino para ser presentado en ExpoCiencia 2017.

La experiencia en ExpoCiencia fue significativa para ellos, pues, aunque este espacio es usual para los estudiantes de la Escuela ya que generalmente participan presentando los diferentes proyectos que se adelantan en la EPE, mis estudiantes no habían tenido la posibilidad de asistir como expositores. Por cuestiones logísticas, internas de la escuela, sólo asistió cada estudiante un día a exponer su proyecto. Previo al evento, los estudiantes tenían muchos nervios, pues temían a las preguntas que pudiesen hacerle. Durante el evento estuvieron emocionados, dispuestos a contarles a los asistentes de que trató su proyecto, bueno a los que se acercaran interesados por ver su artefacto, pues como es sabido no todos los que asisten a este tipo de eventos se interesan por conocer todo lo que se expone.

### **3.1 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE AULA Y DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.**

El análisis del diseño de la propuesta y su implementación lo realice a la luz de dos miradas por un lado las preguntas planteadas y su pertinencia en cada momento de la propuesta, y por el otro las actividades realizadas centrando mi atención en lo que sucedió en cada actividad, lo que hicieron y comunicaron los estudiantes.

Ahora bien, es importante analizar las preguntas formuladas a lo largo de la implementación pues como afirma Martí (2012) *“las preguntas son el motor de cualquier investigación científica”*, es un aspecto relevante dentro de la implementación. En este sentido durante el desarrollo de la propuesta hubo dos formas de plantear las preguntas, por un lado las que fueron pensadas y organizadas durante la planeación de la propuesta, escritas en los formatos diseñados para apoyar las actividades de la implementación y por otro lado las preguntas que surgieron durante la implementación como forma de orientar el trabajo de los estudiantes.

La primera sesión la puedo relacionar con lo que Martí (2012) denomina planificación y generación de actividades para obtener datos, pues una de las búsquedas de esta actividad fue conocer las ideas que los estudiantes tienen alrededor de de los molinos y las máquinas

simples para organizar la ruta a seguir en el desarrollo del proyecto. En este sentido las preguntas fueron de gran relevancia porque me permitieron conocer que comprensiones tenían. Sin embargo, estas no fueron del todo acertadas, pues hubo preguntas que construí que no fueron tan claras y los estudiantes las interpretaron de manera diferente a lo que buscaba conocer. Muestra de ello, fue la pregunta sobre los elementos que componen el molino, me di cuenta de que esta fue una pregunta muy general pues los estudiantes se centraron únicamente en describir los materiales, por esta razón fue necesario repensar y formularles nuevas preguntas para que pensarán en los mecanismos.

De esta sesión puedo decir que los procesos de pensar, hacer y comunicar fueron permanentemente reforzados, ya que, al preguntarles sobre los diferentes aspectos del molino ellos hicieron el ejercicio de observar el molino que les presenté, relacionar los mecanismos en otras máquinas y un ejercicio de comunicación permanente en los momentos de discusión sobre las preguntas planteadas que muestran la manera como los estudiantes razonan frente a las ideas de las máquinas simples.

En la primera etapa de la segunda sesión, al conversar con los estudiantes sobre las propuestas que tenían para su proyecto, evidencí que sus aportes fueron resultado de un ejercicio de consulta, un ejercicio de pensar en el funcionamiento de las máquinas simples, para así establecer que quieren hacer en su proyecto. Asimismo el ejercicio que les pedí que realizaran, mostró las comprensiones que hasta ese momento habían construido ya que tenían elementos de juicio para aceptar o descartar cada máquina simple, a partir de su indagación.

Ahora bien, el mini experimento desarrollado dentro de la segunda sesión al realizar comparaciones entre los radios de las poleas, relacionando diferentes tamaños de poleas, les permitió construir comprensiones sobre las relaciones de proporcionalidad entre los radios de poleas y la velocidad transmitida, que les dio razones de justificación para elegir el material que utilizarían para construir los mecanismos internos del molino. Así mismo las preguntas que les planteé para su análisis sirvieron para marcar el objetivo del mini experimento, puesto que gracias a ellas centraron la mirada en ver si la velocidad aumenta o disminuye al variar los tamaños de las poleas.

Examinando lo que sucedió en la tercera sesión, puedo decir que fue a través de las actividades propuestas que los estudiantes consiguieron fortalecer los procesos esenciales de la clase de ciencias pues de acuerdo a cada actividad estaba intencionada para tal fin. Inicialmente las conversaciones sobre las características de las aspas, las posibles modificaciones y lo que se podría conseguir con esas modificaciones, llevaron a los estudiantes a centrar su atención y razonar en cómo funcionaban las aspas de un molino, que pude evidenciar en la forma como respondían proponiendo hacer aspas más pequeñas o con diferentes números de aspas.

Por último, de la cuarta sesión queda por decir que en esta se evidencia el trabajo realizado. Pues es en la forma de comunicarnos que expresamos nuestras comprensiones. De lo dicho por los estudiantes vale la pena resaltar las relaciones de proporcionalidad que lograron con los mini experimentos, ya que en su presentación sobresalió dichos resultados como forma de hallazgo dentro de su proyecto.

#### 4 REFLEXIONES FINALES

---

La pregunta conductora que guio esta investigación estaba orientada a saber ¿De qué manera una propuesta de aula, basada en la construcción de molinos, permite a los estudiantes de la Escuela Pedagógica Experimental potenciar los procesos esenciales de pensar, hacer y comunicar?

De acuerdo al análisis y reflexión sobre el diseño e implementación de la propuesta, puedo evidenciar que con la propuesta de aula si se logró fomentar en gran medida los procesos esenciales de la clase de ciencias de pensar, hacer y comunicar. Muestra de ello son los hallazgos y las comprensiones a las que llegaron los estudiantes. Pues es en el hacer y en el hablar donde se evidencia lo que si piensa y las construcciones que se logran.

Del mismo modo, puedo concluir que en una propuesta bajo la perspectiva de proyectos ATA es de gran importancia el acompañamiento que realice el maestro en el proceso del proyecto, ya que por medio de las preguntas orientadoras que realice en el momento oportuno logra potenciar en gran medida los procesos esenciales en la clase de ciencias, puesto que son a través de las preguntas donde se suscita el interés por indagar, proponer experiencias significativas.

Por otro lado, puedo afirmar que mediante la construcción del molino de viento es posible indagar sobre máquinas simples, muestra ello es este trabajo y asimismo resalto otras posibilidades que permite el molino de viento ya que promueve abordar los principios básicos de la conservación de la energía, que resultaría un campo interesante a trabajar.

La implementación de la propuesta resulto interesante para los estudiantes, puesto que mostraron compromiso para las entregas de avances de su proyecto, aportaron ideas para la construcción de su molino y fueron receptivos con el proceso de desarrollo del proyecto.

Una dificultad presentada fue en relación a los tiempos de la implementación, ya que debido a los compromisos que se tenían (presentación en expo-ciencia 2017) hizo que el proyecto se desarrollara en menor tiempo al deseado, pasando de forma superficial algunos aspectos que merecían ser analizados con profundidad

Diseñar e implementar una propuesta de aula, hace que como maestra en formación haga un ejercicio de reflexión sobre la labor docente, que implica una preparación, un conocimiento de los estudiantes con los que se trabaja y un análisis crítico a lo que se propone y los resultados obtenidos. Que termina siendo relevante en la formación docente, pues en el aula se vive la experiencia directa de ser maestro que no se encuentra en las teorías.

El proceso de implementar una propuesta de aula resulta un reto para el maestro investigador, pues además de realizar una planeación de las actividades requiere estar atento antes, durante y después de la implementación, atento en cuanto a la forma como se desarrolla la implementación, lo que dicen y hacen los estudiantes respecto a lo que se planeó pues esto constituye la evaluación de la pertinencia de la propuesta, además de eso debe haber un excelente dominio de clase que le permita apoyar los procesos de los grupos pequeños sin dejar de lado el grupo en general.

Queda abierta la posibilidad de llevar esta propuesta de aula a otros escenarios, en el cual no sea habitual trabajar bajo la perspectiva de actividades en totalidad abiertas y de esta manera poder evaluar su pertinencia en un contexto de educación tradicional, desde la mirada de cómo es la participación de los estudiantes en el desarrollo del proyecto, trabajando en grupos pequeños y si es o no posible por medio de las actividades de la propuesta potenciar los procesos de pensar, hacer y comunicar.

## 5 REFERENCIAS

---

- Barab, S., & Plucker, J. (2002). Smart People or Smart Contexts? *Cognition, Ability, Educational Psychologist*, 37: 3, 165-182.
- Boned, S. (2015). *Aprendizaje por proyectos: Una alternativa al método tradicional de enseñanza-aprendizaje*. Monzón, España: Universidad Internacional de la Rioja.
- Calderon, E. (2011). *Producción de Energía Eléctrica mediante el diseño de un sistema híbrido compuesto por un Aerogenerador y un Generador Hidráulico*. Bogotá.
- Camuñas, P. (2002). *El molino de manchego*. España: Azacanes.
- Cauich, J., & García, J. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? *Educación y Pedagogía Vol XX núm 50*.
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje basado en proyectos como estrategia de Enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Decker, K. (2009). *Wind powered factories: history and future of industrial windmills*. Obtenido de Low-Tech Magazine:  
<http://www.lowtechmagazine.com/2009/10/historyofindustrialwindmills.html>.
- Feynman, R., Leighton, R., & Sands, M. (1971). *Física, Feynman*. Mexico: Fondo educativo interamericano.
- Grupo de investigación el aprendizaje y la enseñanza Corporación EPE. (2012). La propuesta ATA-EPE. *Corporación EPE editorial*.
- Guerrero, R., Noguera, N. L., & Rodriguez, J. (2017). *Diseño y construcción de un artefacto para el desarrollo de pensamiento espacial*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hewitt, P. (2004). *Física conceptual, novena edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias Vol. 12 No.3*, 229-313.
- Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educación*, 77-96.
- Koponen, I., & Mäntylä, T. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics:.
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-Based Learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*.

- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., Bass, K., & Fredricks, J. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES* 7, 313-350.
- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la Educación Científica: Nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 5- 12.
- Lopez, E. (2007). *De Energía Eólica a Energía a través del juego con Aerogenerador*. Bogotá.
- Marquez, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 61-71.
- Martí, J. (2012). *Aprender Ciencias en la educación primaria*. Barcelona: GRAO.
- Martinez Torregrosa, J. (1993). ¿Cómo organizar la enseñanza para un mejor aprendizaje? La estructura de los temas y cursos en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Martínez, D., & Márquez, D. (2014). Las habilidades investigativas como eje transversal de la formación para la investigación. *Tendencias Pedagógicas*(24), 347-360.
- Otalora, T. (Dirección). (2016). *Maquinas simples trabajando juntas* [Película].
- Palmieri, P. (2007). Breaking the circle: the emergence of Archimedean mechanics in the late Renaissance. *Archive for History of Exact Sciences*, Vol. 62, No. 3, 301-346.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. In Idit Harel and Seymour Papert (eds.), *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation.
- Ramírez, L. M. (2011). *Generando energía eléctrica: Diseño de unidad didáctica para rescatar el papel del trabajo práctico en la enseñanza de la Física*. Bogotá.
- Rinaudo, M., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *RED – Revista de Educación a Distancia*.(N. 22), 29.
- Sanchez, M. (2002). *La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento*. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de Revista Electrónica de Investigación Educativa : <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.htm>
- Santana, H. (2011). *Actividades con enfoque colaborativo: las energías renovables en el aula y la transformación de la energía*. Bogotá.
- Santiago, P. (2012). *El Trabajo por proyectos: Una forma de innovar en educación*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Segura, D. (2000). Las ATAs: Una alternativa didáctica. *Planteamientos en educación La enseñanza de las Ciencias*, 9-37.
- Segura, D. (2002). Información y conocimiento, una diferencia enriquecedora. (M. d. Nacional, Ed.) *Museolúdica*, 5(9), 22-34.

- Segura, D. (2008). Las Urgencias de la innovación. *10º Congreso Nacional de Ciencias y Estudios Sociales*,.
- Slisko, J. (2010). *Física 1. El gimnasio de la mente, competencias para la vida*. Mexico : PearsonEducación .
- Strathern, P. (1999). *Arquimedes y la palanca*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.
- Thomas, J. (2000). A review of research on project based learning .
- Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, XIV(1), 131-142.
- Uribe, C. (2000). *Una metodología de "análisis de objetivos procedimentales" para los guiones de laboratorio en la licenciatura de físicas*. Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.
- Vasco, C. (2006). Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019. (pág. 8). Medellin: eduteka.
- Vega, M., Gonzalez, M., & Molina, L. (2009). Funcionamiento y mantenimiento de molinos de viento. *ABC de la tecnología*.
- Zuckerman, G. A., Chudinova, E. V., & Khavkin, E. (1998). Inquiry as a Pivotal Element of Knowledge Acquisition within the Vygotskian Paradigm: Building a Science. . *Curriculum for the Elementary. Cognition and Instruction*, 16 (2) 201-233.

## ANEXOS

---

### ANEXO 1 HABILIDADES EN EL ÁMBITO DE LOS DATOS, HECHOS Y EVIDENCIAS

#### HABILIDADES EN EL ÁMBITO DE LOS DATOS, HECHOS Y EVIDENCIAS

**Observar:** Es un proceso mental condicionado por las ideas y las expectativas que tiene quien observa. Observar es recrear la mirada, es mirar con atención y con intención. (Jorge Wagensberg en Martí 2012). El desarrollo de esta capacidad se da en la medida que los estudiantes aprenden a seleccionar lo relevante en una investigación de un determinado objeto o fenómeno. Existen diferentes tipos de observación, dependiendo a su finalidad puede ser: libre, para comprobar o para describir.

**Experimentar:** Es un término que se asocia a la acción de manipular, que tiene como objetivo explícito la obtención de datos sobre el comportamiento de un fenómeno. La experimentación científica es una intervención en el mundo que persigue unos objetivos específicos.

**Analizar datos** Este tipo de capacidad involucra otras habilidades como ordenar, clasificar, comparar, etc.; todo en torno a una serie de datos recogidos a partir de la observación y la experimentación. En este proceso se desarrolla también la habilidad de leer gráficos que permite establecer relaciones entre variables.

**Establecer evidencias** Es una actividad de carácter regulador y metacognitivo. Un rasgo de esta actividad es la acción de evaluar y revisar lo que se está llevando a cabo en relación a la obtención de datos y establecimiento de hechos.

Adaptación de las ideas presentadas por Martí (2012)

**ANEXO 2 HABILIDADES EN EL ÁMBITO DE LAS IDEAS Y MODELOS TEÓRICOS****HABILIDADES EN EL ÁMBITO DE LAS IDEAS Y MODELOS TEÓRICOS**

**Explicar:** Esta habilidad la desarrolla la mente humana con facilidad, por lo que siempre trata de explicar lo que se observa, generando parte del conocimiento intuitivo. Pero vista desde este ámbito se refiere a desarrollar explicaciones a la luz de modelos teóricos determinando los mecanismos causales de un fenómeno o al explicar las características de un objeto.

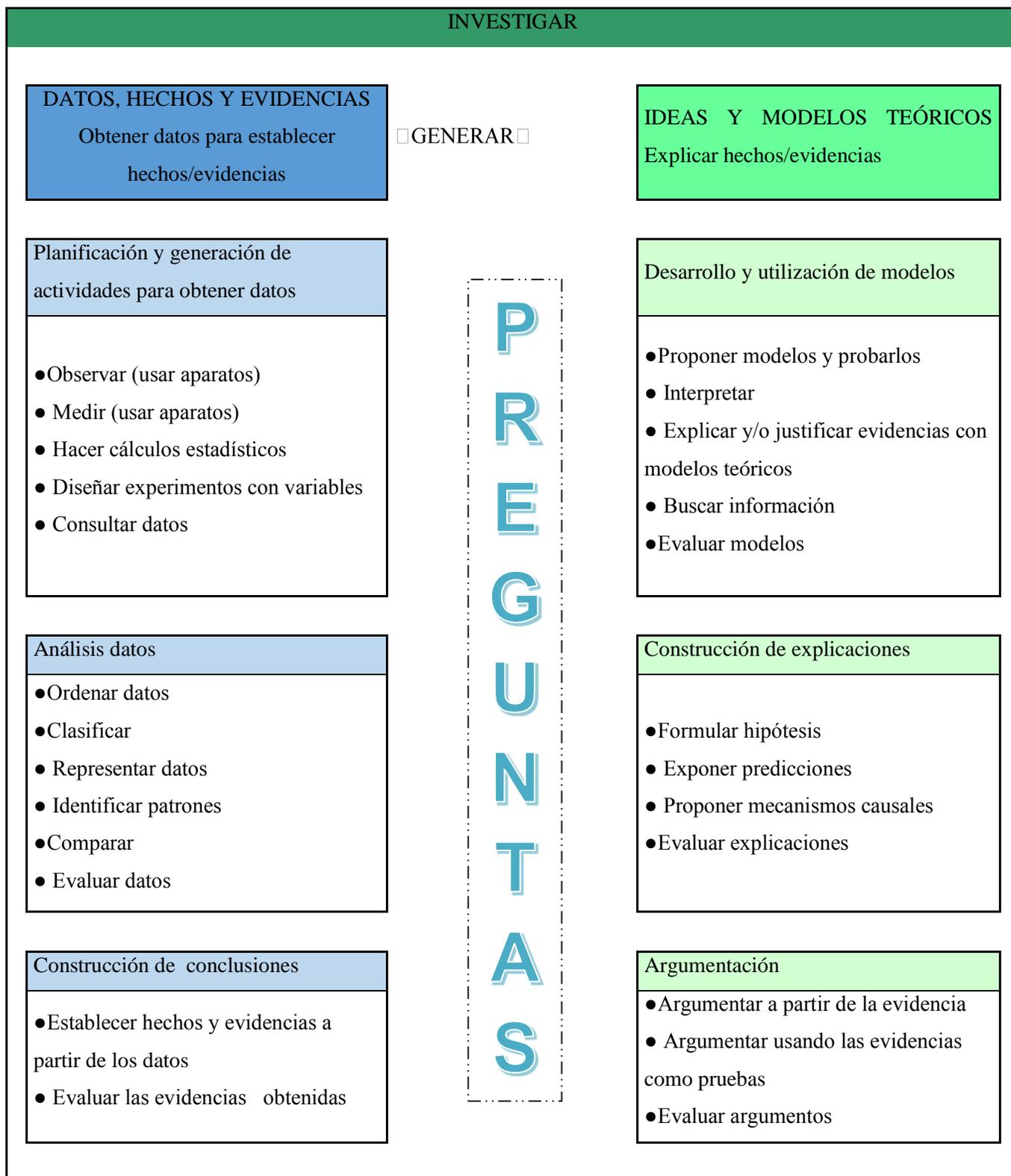
**Formular hipótesis:** Una hipótesis es una declaración provisional que se expone para explicar un hecho establecido, se puede definir también como un tipo de elaboración teórica informal. Para formular hipótesis se requiere de una etapa previa de observación y recolección de datos.

**Predecir:** Una predicción es una declaración anticipada de lo que sucederá en una situación futura. Para el desarrollo de esta habilidad se hace uso de los conocimientos previos del fenómeno a estudiar y con base a estos se da una explicación de lo que sucederá.

**Argumentar:** Para el desarrollo de esta habilidad se requiere de otras habilidades como la gestión y evaluación de las evidencias empíricas y la evaluación de las ideas teóricas a la luz de los datos empíricos. Se requiere brindarle al estudiante herramientas para construir argumentos y generar espacios para la práctica de argumentos en el aula de clase.

Adaptación de las ideas presentadas por Martí (2012)

**ANEXO 3 PROCESOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA.**

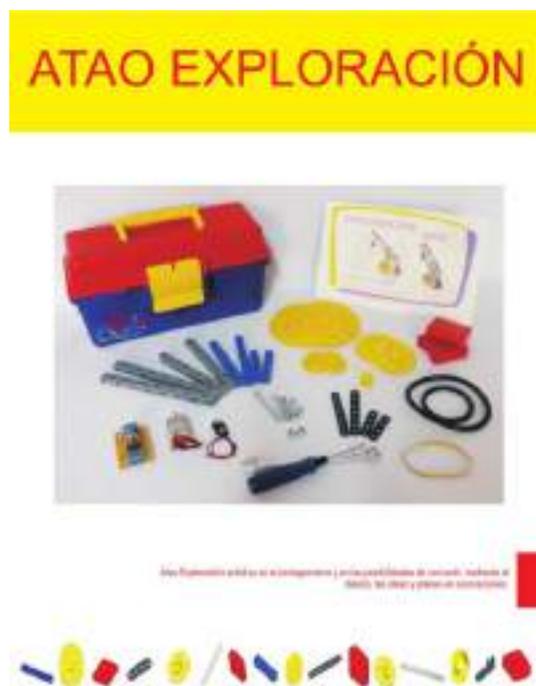


Tomado y adaptado de Martí (2012)

#### ANEXO 4 MATERIAL ATA-EPE

El material ATA-EPE está compuesto por tres loncheras, dependiendo el nivel que se trabaje. ATA0 exploración, ATA0 robots electromecánicos y ATA0 robots electrónicos.

El Atao exploración, se trata de un conjunto de piezas que permite el armado de artefactos, máquinas y móviles. Este Atao está constituido por 62 piezas de plástico, tornillos de diferentes especificaciones, un motor y lo necesario para utilizar el movimiento con diferentes objetivos. Viene acompañado de dos herramientas (una llave mixta y un destornillador doble punta) y de un empaque que permitirá el transporte y uso de los materiales de manera práctica.



Por otro lado El conjunto de robots móviles al cual pertenecen el Ratón, la Termita, el Toro y el Newton, que se pueden construir con el material ATA0 robots electromecánico, están diseñados para ilustrar las posibilidades y versatilidad de los materiales ATA-EPE, practicar

## ATAO ROBOTS ELECTROMECAÑICOS



El kit de Electromecánica está compuesto a través del paso y de la exploración que permite al alumno de una gran variedad de componentes.



con algunos elementos fundamentales de las ciencias físicas y dar los primeros pasos hacia la incursión en la tecnología contemporánea, al aproximarnos a las ciencias del control por retroalimentación.

El último kit, contiene material un poco más elaborado hacia elementos electrónicos como circuitos, condensadores, el conjunto de piezas requiere de ajustes para lograr óptimo funcionamiento. De esta manera en frente al estudiante a resolver problemas de funcionamiento y mejora de los diseños desarrollados como asensor, seguidor de línea, escarabajo entre otros.

# ATAO ROBOTS ELECTRONICOS



El conjunto de kits ATAO EPIC requiere de ajustes (ver Anexo A) para su uso en el laboratorio de robótica. Este es uno de los objetivos del sistema para enseñar a los estudiantes a resolver problemas de configuración y ajuste de los circuitos electrónicos.



A continuación se presentan algunos prototipos que pueden construirse con el material ATA-EPE



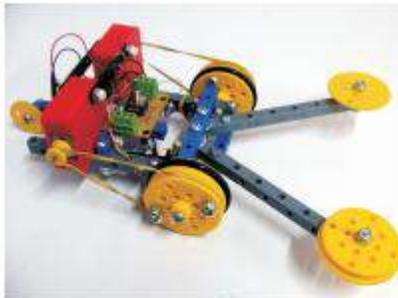
## ROBOT TERMITA

Este móvil avanza entre dos paredes, laberinto, tocándolas alternativamente. Cuando detecta una pared cambia su estado de avance, deja de funcionar un motor y comienza a funcionar el otro. Claro, si no encuentra pared su movimiento será circular.

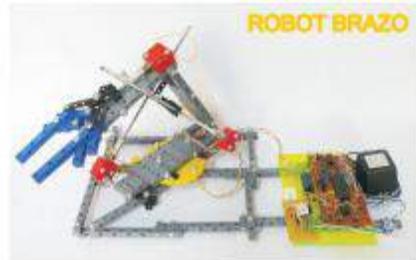
El artefacto está compuesto de varias partes:

1. Chasis o esqueleto del móvil.
2. Sistema de inyección compuesta por dos motores eléctricos y dos ruedas polias.
3. Un circuito eléctrico que incluye los dos motores eléctricos, la batería de 6 voltios, el interruptor general, los cables y los dos sensores mecánicos (interrupciones).
4. El circuito lógico que está controlado por los sensores mecánicos y el circuito eléctrico. Los sensores son el contacto del móvil con su entorno. En cada uno de ellos la respuesta es digital: Hay (1) o no hay (0) contacto. Para (1) actúa el motor cercano a la pared. Para (0) actúa el motor distante de la pared.

Todos estos elementos están a la vista para facilitar el funcionamiento de manera transparente. Cuando el móvil inicia su movimiento, la dirección dependerá de la posición de las palancas, "antenas", articuladas con los sensores mecánicos.



## ROBOT BRAZO



ASCENSOR

