

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE CIENCIAS

**DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL A PARTIR DE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA  
BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA ESTUDIO DEL CASO PARA DECIMO GRADO DE LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ OBRERO**

TRABAJO DE GRADO

EN MODALIDAD DE PRÁCTICA DOCENTE

PARA OPTAR AL GRADO DE

MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PRESENTADO

POR

OSCAR GIOVANNI GIRALDO SALAZAR

DIRECTOR

MIGUEL MONSALVE GÓMEZ

MEDELLIN, NOVIEMBRE 2011

## DEDICATORIA

A mi muñeca María Isabel, la luz más destellante de todo mi universo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para aquel que da una clase con el entusiasmo y la pasión de un niño, para él, que responde a preguntas muy serias con carcajadas; en especial, para él, que me supo escuchar y darme un empujón por el camino de la sabiduría.

Gracias profesor Miguel.

A mi familia. Que sería de mí sin ellos.

A Sebastián y que Dios te acompañe en tu camino cualquiera que fuera.

A mis estudiantes, sin ellos esto solo sería papel.

## RESUMEN

En la actualidad el hombre ha dejado a un lado toda la adoración a los astros, ha pasado a un plano más científico y detallado del asunto, además la vida se nos ha tornado muchísimo más fácil, y no tenemos por qué preocuparnos si hay comida en la despensa, o si no hay carne en la nevera para comer, si ya pasaron las bandadas de animales por nuestra región; la vida citadina nos ha puesto todo en la mano y nos ha llenado de comodidades. Motivo por el cual la mayoría de la gente no se volvió a interesar por estos temas, se olvidaron de todo y solo los científicos se siguieron ocupando de ello; esto ha conllevado un olvido total de los conocimientos que se encontraban relacionados a la astronomía; situaciones tan sencillas como el saber ubicar el norte respecto al sitio donde se encuentra el individuo; ¿porqué se presentan las estaciones en los diferentes sitios del planeta?, ¿cuándo son las temporadas de cosechas? ¿Cuándo se presentarían las inundaciones? Y un montón de situaciones que se tenían muy bien identificadas en la cultura de los pueblos antiguos.

La idea central de este trabajo era construir un observatorio solar, donde se busca afianzar y describir algunos conceptos de geometría elemental para desarrollar el pensamiento espacial de los muchachos, quienes por cuestiones culturales no han logrado un desarrollo adecuado, por lo menos el esperado en ellos; ya que los métodos tradicionales no han demostrado la efectividad necesaria para lograr el buen desempeño en este tipo de pensamiento.

Todo este labor se realizó desde una perspectiva constructivista, buscando que el estudiante al observar el entorno, diseñe y realice su observatorio, sus instrumentos, monte todo el trabajo de campo, elabore sus propias actividades, registre detalladamente todo lo necesario para el ejercicio en el observatorio solar; buscando con esto que pueda construir sus propios conceptos y además de ello, logre un aprendizaje significativo; no antes sin dejar atrás el objetivo que se busca en él, que es desarrollar el pensamiento espacial; teniendo muy en cuenta también que de cierta manera podría entender mucho de las diferentes culturas antiguas, que desarrollaron todos estos conceptos, los cuales no son para nada alejados de nuestra realidad actual.

También se pretende que el joven tenga una idea del planeta que funciona como un todo y que este responde a unos criterios más universales, llevando el desarrollo del pensamiento espacial a un nivel no imaginado desde la enseñanza de la astronomía en el aula de clase.

Palabras claves:

Astronomía, observatorio solar, Gnomon, solsticio, equinoccio.

## **ABSTRACT**

Today the man has left aside the worship of the stars, he has come to a more scientific and detailed investigation; for this reason, most people didn't turn to be interested in this topic. People forgot everything and only scientists continue to address about it. This has led to a total neglect of knowledge related to astronomy, simple situations as knowing how to locate the north compared where the individual is. Why are the seasons in the different places on the planet? When are the seasons of crops? And a lot of things that people had well identified in the cultures of ancient towns.

The main idea of this work is the achievement of a solar observatory, which seeks to strengthen and describe some basic geometry concepts to develop the spatial thinking of our boys and girls; who for cultural reasons have not achieved an adequate development; at least the expected development according to their age because traditional methods have not demonstrated the effectiveness needed to achieve a good performance in this kind of thinking.

We attempt to do this work from a constructivist perspective, looking for the boys and girls to observe the environment and register in detail, then they can build their own concepts; moreover they can achieve meaningful learning, without leaving the goal it seeks in them, which is to develop the spatial thinking, taking into account that they can learn and understand a lot of things about ancient cultures that developed those concepts which are not so far from our current reality.

Also, we attempt that our boys and girls have an idea that the planet works as a whole and that it responds to universal criteria leading from the development of spatial thinking to a no imagined level from the teaching of geometry in a classroom.

### **KEY WORDS**

Astronomy, solar observatory, Gnomon, solstice, equinox.

## **INFORMACION GENERAL.**

### **Título del trabajo**

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL A PARTIR DE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA. ESTUDIO DEL CASO PARA DECIMO GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ OBRERO.

Autor: Oscar Giovanni Giraldo Salazar.

Asesor: Miguel Monsalve Gómez.

Facultad: Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Sitio de ejecución del proyecto: Institución Educativa San José Obrero.

Duración: cuatro meses.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>INFORMACION GENERAL.</b>	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. EL PROBLEMA.</b>	<b>2</b>
1.1 Pregunta de Investigación.	3
<b>1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.</b>	<b>3</b>
1.2.1 Objetivo General.	3
1.2.2 Objetivos Específicos.	3
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN.</b>	<b>4</b>
<b>1.4 LIMITACIONES.</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL.</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Fundamentos teóricos.</b>	<b>5</b>
2.1.1 Sobre las teorías de aprendizaje.	5
2.1.2 Sobre el pensamiento espacial.	6
2.1.3 Sobre los niveles de Van Hiele	8
2.1.4 Factor de Hake	8
2.1.5 Sobre Las Coordenadas Terrestres.	9
<b>2.2 Antecedentes del tema.</b>	<b>10</b>

<b>2.3 Elaboración de hipótesis.</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Identificación de las variables y de los indicadores.</b>	<b>11</b>
2.4.1 Las variables.	11
<b>3. METODOLOGÍA.</b>	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS.</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Resultados de pretest</b>	<b>13</b>
4.1.1 Resultados del pretest em forma general pro grupos.	13
4.1.2 Porcentaje de aprobación especificados por niveles de Van Hiele, para cada grupo	15
<b>4.2 Resultados del postest</b>	<b>16</b>
4.2.1 Resultados del postest en forma general por grupos.	16
4.2.2 Porcentajes de aprobación por grupo de cada uno de los niveles de Van Hiele por grupos.	17
<b>4.3 Factor de Hake</b>	<b>18</b>
4.3.1 Factor de Hake por grupos en los resultados generales.	19
4.3.2 Factor de Hake para el nivel 4 en los tres grupos.	19
<b>4.4 ANALISIS DE RESULTADOS.</b>	<b>20</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>26</b>
<b>6. CRONOGRAMA</b>	<b>27</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	<b>28</b>

**ANEXOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

**ANEXO 1** Guías elaboradas por los estudiantes. ¿Cómo hacer el observatorio? ¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 2.** Guía de cómo construir la línea norte-sur. ¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 3.** Cómo se ven ubicados los estudiantes en el planeta. ¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 4.** Fotografías del proceso. ¡Error! Marcador no definido.

**Anexo 5.** Experiencias relatadas por los estudiantes. ¡Error! Marcador no definido.

**APENDICES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



**Apéndice 1 PRUEBA DIAGNOSTICA.**

¡Error! Marcador no definido.

**Apéndice 2 EXPERIENCIA DE LA PRACTICA DOCENTE.**

¡Error! Marcador no definido.

## **INDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS**

TABLA Y GRÁFICA 1. PORCENTAJE DE ACIERTO PRE TEST DE LA PRUEBA POR GRUPOS	14
TABLA Y GRÁFICA 2 PORCENTAJE DE APROBACIÓN ESPECIFICADOS POR NIVELES DE VAN HIELE, PARA CADA GRUPO	15
TABLA Y GRÁFICA 3 PORCENTAJE DE ACIERTO POST TEST DE LA PRUEBA POR GRUPOS	17
TABLA Y GRÁFICA 4 PORCENTAJE DE APROBACIÓN POST-TEST ESPECIFICADOS POR NIVELES DE VAN HIELE, PARA CADA GRUPO	18
TABLA 5 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA	19
TABLA 6 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO PARA EL NIVEL 4	20
GRÁFICA 5 PORCENTAJE DE APROBACIÓN PRE-TEST Y POST-TEST PARA EL NIVEL 4 DE VAN HIELE	20

## INTRODUCCIÓN

### ¿PROFE ES CIERTO QUE EL TSUNAMI MOVIÓ EL EJE DE LA TIERRA?

Hace poco y dadas las circunstancias vividas en el Japón me llegó esta interesante pregunta al salón de clases. Cuando quise explicarla, me topé con una gran cantidad de inconvenientes que no me permitieron dar la respuesta adecuada. Lo primero y más notorio es que se evidenció que ellos no tenían la menor idea de lo que era el eje de la tierra. Cuando quise corroborar si conocían la ubicación del norte y del sur desde la posición del salón de clases o desde cualquier lugar, también quedó en el aire este concepto; entonces les pregunté si sabían acaso por dónde salía el sol y esto al parecer si lo tenían claro, pues en su gran mayoría todos respondieron que éste salía por el oriente y se ocultaba por el occidente.

Esta situación en la clase, dejó en evidencia el poco desarrollo del pensamiento espacial que poseen los muchachos, en este caso del grado décimo; lo cual me llevó a pensar en un trabajo que pudiera servir para el desarrollo de tan importante pensamiento tal y como lo plantean los lineamientos curriculares del ministerio de educación y como lo dice el señor Howard Gardner en su teoría de las múltiples inteligencias:

*“considera como una de estas inteligencias la espacial y plantea que el pensamiento espacial es esencial para el pensamiento científico, ya que es usado para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas. El manejo de información espacial para resolver problemas de ubicación, orientación y distribución de espacios es peculiar a esas personas que tienen desarrollada su inteligencia espacial. Se estima que la mayoría de las profesiones científicas y técnicas, tales como el dibujo técnico, la arquitectura, las ingenierías, la aviación, y muchas disciplinas científicas como química, física, matemáticas, requieren personas que tengan un alto desarrollo de inteligencia espacial”.*

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales de la escuela es la de preparar a los alumnos para su vida futura; es evidente la importancia de potencializar el desarrollo del pensamiento espacial, mas aun cuando se visualizan falencias en las bases, con sólo una situación cotidiana como la sucedida en la clase.

La intención entonces es potencializar el desarrollo del pensamiento espacial a partir de una clase de astronomía, donde se pueden utilizar un sinnúmero de conceptos de la geometría, de movimiento en el espacio, de conceptos de relatividad y otra gran cantidad que se pueden

argumentar con el hecho de construir un observatorio solar, de tomar un registro diario, de construir instrumentos de medición y de observación; con dicha construcción se busca una generar una ganancia en el desarrollo del pensamiento espacial.

Para poder iniciar el trabajo relacionado con la construcción del observatorio solar, primero se pretende hacer un diagnostico del nivel de comprensión de los estudiantes, mediante una prueba. Para ello se ha recurrido al modelo de Van Hiele.

En este modelo, desarrollado por los esposos Van Hiel en se describe el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría. El modelo está compuesto por dos aspectos, en el primero se puede identificar la secuencia de razonamiento desde el inicio del aprendizaje y por las diferentes etapas por las que transcurre un estudiante, llamado niveles de razonamiento. El segundo les da a los profesores unas directrices a seguir para poder ayudar a sus estudiantes a como alcanzar con más facilidad cada nivel, a este aspecto se le conoce como fases del aprendizaje.

Para tal diagnostico se preparo una prueba con veinticinco preguntas debidamente organizadas por nivel de razonamiento; con esta se pretendía registrar en qué nivel podíamos encontrar a los estudiantes de los grados décimo de la institución educativa San José Obrero, en el municipio de San Antonio de Prado, en la vereda La Florida.

Luego se dio inicio a la construcción del observatorio solar, se dividieron los alumnos por grupos y cada grupo de estudiantes buscaba un sitio para montar el observatorio. Al final se realizo la misma prueba, el trabajo solo se estaba realizando con un grupo, el grado 10B, y los otros dos grupos no participaban del trabajo los cuales se tomaban como grupos control, la prueba fue hecha a los tres grupos al principio y al final.

## **1. EL PROBLEMA.**

Incapacidad del estudiante de determinar su ubicación espacial respecto al marco de referencia de un punto fijo en el planeta.

## **1.1 Pregunta de Investigación.**

Es típico en los estudiantes del colegio y no solo en estos, también en el común de la gente, oírlos hablar de que el sol sale por el oriente y se esconde por el occidente; citando el norte o el sur para dar una dirección o indicar la ubicación de un lugar determinado, sin tener una referencia concreta brindada por una fuente real o por la conciencia de conocer una coordenada espacial bien referenciada.

Por eso, el trabajo a desarrollar, busca determinar si ¿La construcción de un observatorio solar por los estudiantes, utilizando diferentes técnicas, influye en el desarrollo de su pensamiento espacial dado que utilizan diferentes conceptos de la geometría elemental?

## **1.2 Objetivos de Investigación.**

### ***1.2.1 Objetivo General.***

Promover el desarrollo del pensamiento espacial en los alumnos del grado décimo de la institución educativa San José Obrero, mediante la construcción de un observatorio solar, utilizando la geometría elemental y las observaciones detalladas del sol, de su alba y su ocaso; favoreciendo con ello la capacidad de ubicarse espacialmente en cualquier sitio del planeta.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

Observar y registrar detenidamente los movimientos del sol.

Incluir elementos de geometría plana en la construcción del observatorio solar.

Identificar los puntos cardinales desde el observatorio solar.

Identificar los puntos cardinales desde cualquier ubicación.

Reconocer el movimiento del sol como relativo a la posición terrestre.

Construir elementos básicos para la observación y la medición.

### 1.3 Justificación.

Es muy evidente al hablar de situaciones tan sencillas como la ubicación del norte respecto a una posición determinada en un lugar específico; que el común de los estudiantes y de la gente en general, no posee unas estructuras de pensamiento adecuadas para determinar los puntos cardinales, ahora más, cuando en la televisión o en Internet nos atiborran de información sobre ubicaciones y posiciones de diferentes puntos del planeta, la mayoría no entendemos realmente lo que esto nos quiere decir o de la ubicación de estos sitios en el planeta referenciándolos de acuerdo a nuestra posición o a cualquier punto del planeta. Por eso el fin primordial del desarrollo de este trabajo, tiene que ver con lograr que los estudiantes mejoren el pensamiento espacial y puedan entender situaciones de la vida diaria, muy comunes y que por lo general pasan por desapercibidas, no porque no las vean sino más bien porque no las entienden, y eso los lleva a no prestar la suficiente atención, además estas observaciones requieren de un aparato matemático, que realmente no es muy complicado, pero como es matemática los estudiantes le tienen aversión, por eso se busca realizar el trabajo desde un enfoque constructivista, donde el estudiante pueda construir todo el conocimiento por sí mismo basado en unos conceptos básicos de la geometría elemental; si se hace una revisión de los lineamientos curriculares del ministerio de educación nacional de Colombia tenemos una justificación adecuada para poder llevar a cabo la construcción del observatorio solar, puesto que este implica muchas de las situaciones que plantean los lineamientos; miremos pues la dirección de los lineamientos curriculares del ministerio:

*“En los sistemas geométricos se hace énfasis en el desarrollo del pensamiento espacial, el cual es considerado como el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones a representaciones materiales.*

*Los sistemas geométricos se construyen a través de la exploración activa y modelación del espacio tanto para la situación de los objetos en reposo como para el movimiento. Esta construcción se entiende como un proceso cognitivo de interacciones, que avanza desde un espacio intuitivo o sensorio-motor (que se relaciona con la capacidad práctica de actuar en el espacio, manipulando objetos, localizando situaciones en el entorno y efectuando desplazamientos, medidas, cálculos espaciales, etc.), a un espacio conceptual o abstracto relacionado con la capacidad de representar internamente el espacio, reflexionando y razonando sobre propiedades geométricas abstractas, tomando sistemas de referencia y prediciendo los resultados de manipulaciones mentales.*

*Este proceso de construcción del espacio está condicionado e influenciado tanto por las características cognitivas individuales como por la influencia del entorno físico, cultural, social e histórico. Por tanto, el estudio de la geometría en la escuela debe favorecer estas interacciones. Se trata de actuar y argumentar sobre el espacio ayudándose con modelos y figuras, con palabras del lenguaje ordinario, con gestos y movimientos corporales". [1]*

#### **1.4 Limitaciones.**

Para dar un adecuado desarrollo al problema no se tuvieron limitaciones de espacio, puesto que el trabajo se realizó, una parte en el colegio, donde la capacidad locativa se prestaba muy bien para el desarrollo de éste y una segunda parte la realizaban en el sitio escogido por ellos, además todo el trabajo será realizado con un mismo grupo, el cual siempre será fijo. Las limitaciones principales eran del clima, quien en muchas ocasiones no permitió llevar a cabo todas las observaciones que se pretendían. Sólo en algunas ocasiones los problemas de violencia se convirtieron en dificultades serias para dar fin al trabajo.

## **2. MARCO REFERENCIAL.**

### **2.1 Fundamentos teóricos.**

#### **2.1.1 Sobre las teorías de aprendizaje.**

Aprendizaje Significativo.

En muy pocas ocasiones damos valor a los conocimientos de nuestros antepasados, mucho más cuando estos no han pasado por un colegio o una universidad; algo que nos valide a nosotros que aquella persona si sabe, esta podría ser una situación que nos ha llevado a dar poco valor a los conocimientos de nuestros antecesores y por ello hasta llegar a un olvido de todo aquello que ellos conocían al punto de olvidarlo. Hoy en día hemos caído en una práctica muy usual que es pasar por alto todo aquello que es relevante y se hace conocido para nuestros contemporáneos. Para David Ausubel el conocimiento previo o subsunsores es de los aspectos más importantes tal como lo cita Moreira

*“la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1968,1978, 2000) es la de que si fuera posible aislar un único factor, como el más importante para el aprendizaje cognitivo, éste sería*

*aquello que el aprendiz ya sabe, o sea, el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva con claridad, estabilidad y diferenciación; consecuentemente, la enseñanza debería tener en cuenta tal conocimiento y, para eso, sería necesario averiguarlo previamente. El concepto-clave de la teoría es el propio concepto de aprendizaje significativo. Naturalmente, aprendizaje significativo es aprendizaje con significado”*

Jean Piaget (1896-1980) psicólogo suizo que desarrollo una teoría del aprendizaje, donde cada individuo genera su propio aprendizaje de acuerdo a sus estructuras cognitivas “ *En la interacción con el mundo el sujeto tiende a integrar sus estructuras psicológicas en sistemas coherentes”* [2] acomodándose a nuevos medios y conocimientos en un proceso que Piaget denomina adaptación , como lo explica Moreira : “*La mente es una estructura (cognitiva) que tiende a funcionar en equilibrio, aumentando, permanentemente, su grado de organización y de adaptación al medio. Cuando este equilibrio se rompe por experiencias no asimilables, la mente tiende a reestructurarse a través de la construcción de nuevos esquemas de asimilación y alcanzar un nuevo estado de equilibrio. Esta reestructuración corresponde a lo que Piaget llama acomodación. La asimilación y la acomodación son procesos complementarios que llevan a la adaptación, o sea, a la tendencia del organismo (i.e., la mente) a adaptarse al medio, interactuando con él”.* [2]

Dentro de la teoría piagetana el concepto de esquema es importante ya que explica el como el estudiante asimila “*el individuo construye esquemas de asimilación para abordar la realidad. Cuando el organismo (mente) asimila, la realidad es incorporada a los esquemas de acción del sujeto. La mente es, entonces, un conjunto de esquemas que se aplican a la realidad. La estructura cognitiva del sujeto sería un complejo organizado de esquemas de asimilación. Cuando un esquema se reestructura para dar cuenta de una situación se dice que hubo una acomodación (y una reequilibración mayorante)”.* [2] Una vez que el estudiante realiza el proceso de asimilación y de cambios de esquema se podrá observar la mejora o avance en el conocimiento en como la persona o el estudiante observa el mundo, a este proceso Piaget lo denomino equilibración “*...es, por excelencia, el mecanismo piagetiano para describir la mejora o el aumento de conocimiento o, en último análisis, el propio desarrollo cognitivo del sujeto”.* [2]

### **2.1.2 Sobre el pensamiento espacial.**

Desde los lineamientos curriculares del ministerio de educación nacional de Colombia esta contemplado el desarrollo del pensamiento espacial tal como lo propone Howard Gardner “*en*

*su teoría de las múltiples inteligencias considera como una de estas inteligencias la espacial y plantea que el pensamiento espacial es esencial para el pensamiento científico, ya que es usado para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas. El manejo de información espacial para resolver problemas de ubicación, orientación y distribución de espacios es peculiar a esas personas que tienen desarrollada su inteligencia espacial. Se estima que la mayoría de las profesiones científicas y técnicas, tales como el dibujo técnico, la arquitectura, las ingenierías, la aviación, y muchas disciplinas científicas como química, física, matemáticas, requieren personas que tengan un alto desarrollo de inteligencia espacial”.[1] , para el desarrollo de este pensamiento se propone trabajar desde la geometría . En los sistemas geométricos “Se hace énfasis en el desarrollo del pensamiento espacial, el cual es considerado como el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones a representaciones materiales.*

*Los sistemas geométricos se construyen a través de la exploración activa y modelación del espacio tanto para la situación de los objetos en reposo como para el movimiento. Esta construcción se entiende como un proceso cognitivo de interacciones, que avanza desde un espacio intuitivo o sensorio-motor (que se relaciona con la capacidad práctica de actuar en el espacio, manipulando objetos, localizando situaciones en el entorno y efectuando desplazamientos, medidas, cálculos espaciales, etc.), a un espacio conceptual o abstracto relacionado con la capacidad de representar internamente el espacio, reflexionando y razonando sobre propiedades geométricas abstractas, tomando sistemas de referencia y prediciendo los resultados de manipulaciones mentales”.[1]*

*Debemos tener en cuenta que todo el trabajo a realizar depende de las capacidades de cada estudiante, del entorno y de las posibilidades que el medio les brinda; tal como es planteado por los lineamientos “Este proceso de construcción del espacio está condicionado e influenciado tanto por las características cognitivas individuales como por la influencia del entorno físico, cultural, social e histórico. Por tanto, el estudio de la geometría en la escuela debe favorecer estas interacciones. Se trata de actuar y argumentar sobre el espacio ayudándose con modelos y figuras, con palabras del lenguaje ordinario, con gestos y movimientos corporales”.*

[1]



### 2.1.3 Sobre los niveles de Van Hiele

Los niveles de pensamiento propuesto por los esposos VAN HIELE, permiten identificar cinco etapas por las que atraviesa un estudiante por el paso de la geometría, desde un nivel muy básico, donde se reconocen las figuras, hasta un nivel de rigor donde el estudiante es capaz de realizar demostraciones de enunciados y teoremas. Los esposos Van hiele aseguran que no se pasa de un nivel inferior a uno superior sin haber pasado por cada uno de los niveles; es imposible estar en el nivel uno y seguir en el tres, lo que implica haber pasado primero por el nivel dos. [6]

**NIVEL 1:** es el nivel de visualización, llamado también de familiarización, en el que el alumno percibe las figuras como un todo global, sin detectar relaciones entre tales formas o entre sus partes.

**NIVEL 2:** es un nivel de análisis, de conocimiento de los componentes de las figuras, de sus propiedades básicas. Estas propiedades van siendo comprendidas a través de observaciones efectuadas durante trabajos prácticos como mediciones, dibujo, construcción de modelos, etc.

**NIVEL 3:** Llamado de ordenamiento o de clasificación. Las relaciones y definiciones empiezan a quedar clarificadas, pero solo con ayuda y guía. En este nivel se pueden clasificar figuras jerárquicamente mediante la ordenación de sus propiedades y dar argumentos informales para justificar sus clasificaciones.

**NIVEL 4:** Es ya de razonamiento deductivo; en él se entiende el sentido de los axiomas, las definiciones, los teoremas, pero aún no se hacen razonamientos abstractos, ni se entiende suficientemente el significado de rigor de las demostraciones.

**NIVEL 5:** Es el de rigor; es cuando el razonamiento se hace rigurosamente deductivo. Los estudiantes razonan formalmente sobre sistemas matemáticos, pueden estudiar geometría sin modelos de referencia y razonar formalmente manipulando enunciados geométricos tales como axiomas, definiciones y teoremas.

### 2.1.4 Factor de Hake

Richard R.Hake realizó un estudio de enseñanza de la física donde inició con una prueba diagnóstica, luego realizó un trabajo de forma activa, donde el estudiante hacía un trabajo práctico, manipulaba y realizaba sus propios ejercicios, PER (physics education research ), y

luego practicaba la misma prueba donde obtuvo unas altas ganancias en el aprendizaje de la física.

Este trabajo tiene más o menos la misma forma, se realizó el pretest, luego se hacía un trabajo práctico, de manipulación construcción y observación, donde se analizaba conceptos básicos que llevarían a un mejoramiento del desarrollo del pensamiento espacial, el cual se evaluó con la misma prueba, el postest. Por lo tanto tome la decisión de utilizar el factor de Hake para evaluar la ganancia obtenida con este trabajo.

La fórmula para obtener el factor de Hake es:

$$g = \frac{(\text{Postest}\%) - (\text{Pretest efectivo}\%)}{100\% - (\text{Pretest efectivo}\%)}$$

Con esta ganancia, Hake clasificó tres niveles a saber:

Ganancia alta cuando  $g \geq 0,7$

Ganancia media cuando  $0,3 < g < 0,7$

Ganancia baja cuando  $g \leq 0,3$

### **2.1.5 Sobre Las Coordenadas Terrestres.**

Las coordenadas terrestres [3], [4] son representaciones de los espacios reales que son muy útiles para la ubicación espacial, en cualquier punto del planeta, pero para poder enseñar estas situaciones es necesario realizar representaciones bidimensionales de espacios tridimensionales tal como lo afirman:

*“Lappan y Winter:*

*A pesar de que vivimos en un mundo tridimensional, la mayor parte de las experiencias matemáticas que proporcionamos a nuestros niños son bidimensionales. Nos valemos de libros bidimensionales para presentar las matemáticas a los niños, libros que contienen figuras bidimensionales de objetos tridimensionales. A no dudar, tal uso de “dibujos” de objetos le*

*supone al niño una dificultad adicional en el proceso de comprensión. Es empero, necesario que los niños aprendan a habérselas con las representaciones bidimensionales de su mundo. En nuestro mundo moderno, la información seguirá estando diseminada por libros y figuras, posiblemente en figuras en movimiento, como en la televisión, pero que seguirán siendo representaciones bidimensionales del mundo real” [1]*

## **2.2 Antecedentes del tema.**

Desde la antigüedad el hombre ha estado intrigado y ha tenido la necesidad de ubicarse y desplazarse, todo esto lo condujo a crear sistemas que le permitieran el movimiento a lo largo del planeta, para esto fueron desarrollados los sistemas de referencia, basándose principalmente desde el imaginario que permitió construir todas las constelaciones, obteniéndose nombres para cada uno de los puntos cardinales:

*“El filósofo romano Cicerón acuñó la expresión *occidente sole*, que, de forma más o menos literal, significaría “el Sol cayente”, “el Sol poniente” o incluso “el Sol muriente”. Esta expresión la usó Cicerón para referirse al Oeste, que era la parte en la que el Sol se pone, es decir, donde el sol desaparece. Con el paso del tiempo, la expresión acabó lexicalizándose y la palabra *sole* acabó desapareciendo, ya que con *occidente* bastaba para entender la expresión completa. Similar explicación tenemos para Oriente. En este caso, se refiere al lugar por el que el Sol aparece o nace, es decir, el Este”. [4]*

*“En cuanto a Septentrión, la Wikipedia española lo aclara suficientemente: Septentrión deriva etimológicamente del latín *septentriō*, -ōnis, (*septem*, siete y *trio*, -ōnis, buey). Los romanos llamaban *Septentrium* (“siete bueyes”) a las siete estrellas que conforman la constelación popularmente conocida como El Carro, que es, supuestamente, la cola y las piernas de la Osa Mayor. Lo denominaban así por una creencia antigua que les hacía pensar que siete bueyes tiraban permanentemente de la esfera celeste, haciéndola girar sobre el eje que pasa por la estrella polar. La palabra no ha variado durante este tiempo, y derivó a “septentrional” y “septentrión” con el significado de “norteño” o “procedente del Norte”. Para Meridión, es esto lo que dice: La palabra meridional, que proviene del latín *meridies* (medio día), viene a indicar el origen astronómico y punto de referencia utilizado durante el día para localizar el Sur, ya que coincide con el mediodía (en el hemisferio norte), instante en el que el Sol se encuentra en su punto más alto sobre el horizonte y las sombras de los objetos perpendiculares apuntan en el eje Norte-Sur. [5]*

Retomando a Howard Gardner a propósito del pensamiento espacial que permite la “exploración activa del espacio tridimensional en la realidad externa y en la imaginación, y la representación de objetos sólidos ubicados en el espacio” [1], sugieren Lappan y Winter que *“Para comunicar y expresar la información espacial que se percibe al observar los objetos tridimensionales es de gran utilidad el uso de representaciones planas de las formas y relaciones tridimensionales”*. [1]

### **2.3 Elaboración de hipótesis.**

La construcción de un observatorio solar realizando observaciones y registrando detalladamente, utilizando elementos de geometría elemental y construyendo algunos elementos básicos para llevar a cabo esta labor, permitirá obtener un desarrollo más alto del pensamiento espacial del que se venía obteniendo por los métodos tradicionales en los alumnos del grado décimo de la institución educativa San José Obrero.

### **2.4 Identificación de las variables y de los indicadores.**

#### **2.4.1 Las variables.**

Desarrollo del pensamiento espacial a través de un enfoque constructivista, llevando a cabo la consecución de un observatorio solar.

Aumento del aprendizaje de los sistemas geométricos.

## **3. METODOLOGÍA.**

Esta práctica fue llevada a cabo en la institución educativa San José obrero en el municipio de Medellín, con los alumnos del grado décimo.

Para realizar el trabajo sobre enseñanza de la astronomía se tomó al grupo 10B como la muestra, este contenía 33 alumnos, además se tuvieron dos grupos de control, los grados 10C y 10D, con los cuales no se realizó la practica; esto debido a que no hacen parte de mi asignación académica, por lo tanto era imposible desarrollar esta temática con ellos. Estos dos grupos poseen una cantidad de 27 alumnos cada uno para un total de 54 personas en los grupos de control, los cuales únicamente presentaron las pruebas (pretest y postest)

Al inicio del trabajo se realizó una prueba a modo de diagnóstico, en la cual se evaluaban los primeros cuatro niveles de Van Hiele; las preguntas están organizadas por niveles, así: el primer nivel se evalúa con las preguntas 1 á 4, el segundo nivel con las preguntas de 5 á 8, el tercer nivel con las preguntas 9 á 12; las otras trece preguntas evaluaban el nivel cuatro, para este nivel se aplicaron mas preguntas, puesto que se esperaba que la mayoría de alumnos del grado décimo se encontraran en este nivel. Además se esperaba que los niveles 1,2 y 3 tuvieran unos resultados más altos, por esto solo se realizaron 4 preguntas para estos niveles. El nivel 5 no se evaluó, puesto que este supone unas capacidades superiores a las que puedan poseer los estudiantes en el grado décimo para cualquier institución educativa en Colombia.

Cada pregunta de la prueba era de opción múltiple con única respuesta y en el desarrollo de ésta se les dio un espacio de tiempo 30 minutos para responderla.

El pretest tenía dos intenciones, la primera, y basados en el aprendizaje significativo de Ausubel, intentaba identificar los conocimientos previos de los estudiantes (subsunoers), la segunda era de clasificar los diferentes niveles de Van Hiele en los grupos que presentaron la prueba.

Las pruebas se hicieron al inicio del trabajo y al finalizar éste, en cada sesión se aplicó la misma prueba con el objetivo de medir la ganancia en el desarrollo del pensamiento espacial, lo cual quedó evidenciado en el incremento del porcentaje sobre el nivel 4 de Van Hiele en el grupo 10 B.

Para identificar el cambio o ganancia de los estudiantes que pertenecían a la muestra, se utilizó el factor de Hake (1998)

Pensando en que el aprendizaje debe ser significativo y que éste se logró a partir del conocimiento que poseen los estudiantes, además de que ellos descubran por si mismos, se propuso una forma de trabajo sin ninguna guía elaborada, sólo se dieron unas indicaciones básicas y ellos posteriormente construían todo lo necesario, instrumentos, figuras,

herramientas, donde debían sortear todas las dificultades sin ayuda, para luego construir una guía de cómo lo habían hecho para finalmente, ser esclarecidas todas las dudas presentes por parte del profesor; este procedimiento se realizó en tres ocasiones, y así de esta forma construyeron su observatorio solar, tomaron medidas, realizaron registros y construyeron instrumentos para realizar el trabajo.

#### **4. RESULTADOS.**

##### **4.1 Resultados de pretest**

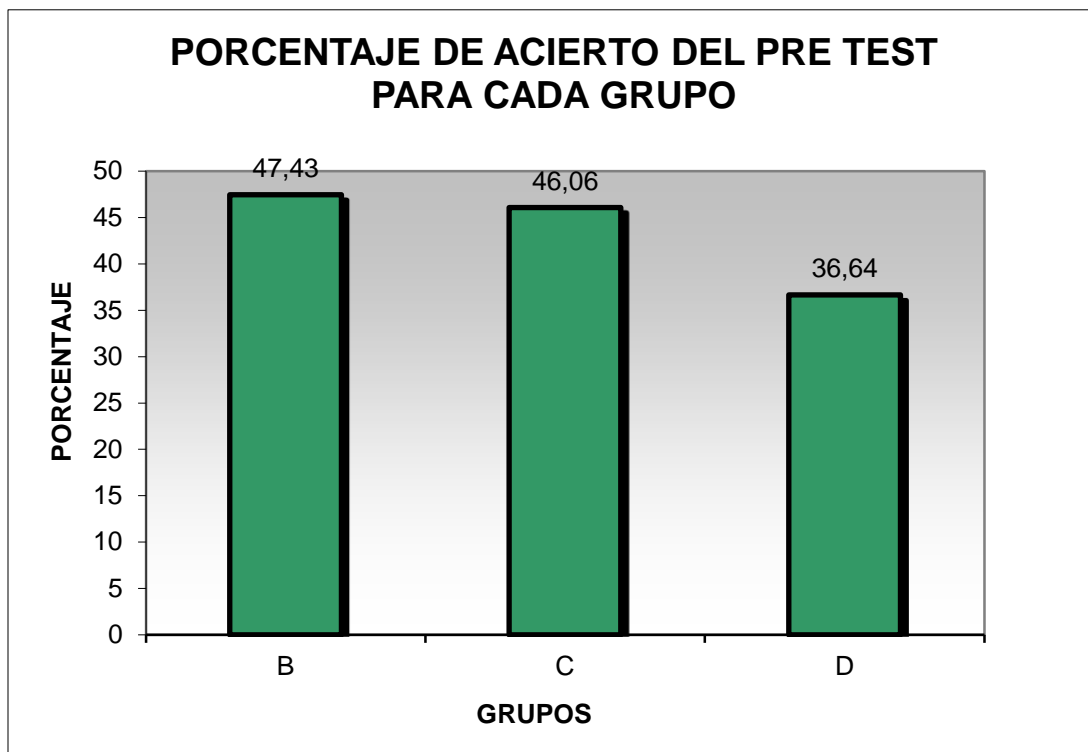
Al realizar la prueba diagnóstica en los tres grupos estos fueron los resultados:

##### **4.1.1 Resultados del pretest en forma general por grupos.**

Los porcentajes de aprobación de la prueba en conjunto por cada grupo se dan en la siguiente tabla y en su gráfica respectiva.

<b>PORCENTAJE DE ACIERTO DEL PRE TEST PARA CADA GRUPO</b>	
<b>GRUPO</b>	<b>PRE-TEST</b>
<b>B (MUESTRA</b>	47,43
<b>C (CONTROL)</b>	46,06
<b>D (CONTROL)</b>	36,64

Tabla 1



Grafica 1

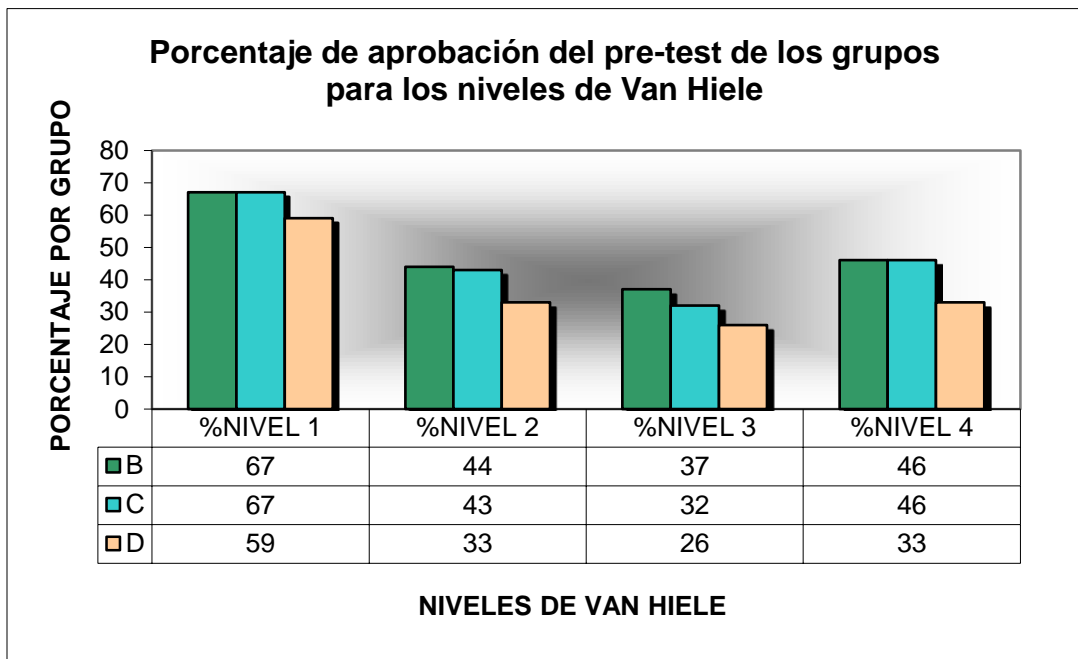
**Tabla y gráfica 1. PORCENTAJE DE ACIERTO PRE TEST DE LA PRUEBA POR GRUPOS**

Se puede observar de la gráfica 1, que el porcentaje de aprobación no es mayor al 50% en ninguno de los grupos, la diferencia entre el grupo B y C, es mínima, además de notar una gran diferencia con el grupo D respecto a los dos grupos anteriores. Esto se puede explicar por la falta de interés que tenían los alumnos de este grupo en el momento de presentar el pretest, recordando que se les hizo una motivación previa a la prueba.

#### 4.1.2 Porcentaje de aprobación especificados por niveles de Van Hiele, para cada grupo

Porcentaje de aprobación del pre-test de los grupos para los niveles de Van Hiele				
	N1	N2	N3	N4
10B	67	44	37	46
10C	67	43	32	46
10D	59	33	26	33

Tabla 2



Gráfica 2

#### Tabla y gráfica 2 Porcentaje de aprobación especificados por niveles de Van Hiele, para cada grupo

En la tabla 2 y en la gráfica 2 se puede observar, para los tres grupos, el porcentaje de aciertos para las preguntas realizadas en cada nivel. Es notorio que los aciertos son más altos para los



niveles más bajos, disminuyendo a medida que se incrementa la dificultad de las preguntas, acorde al nivel. Para el último nivel se presentaron casos atípicos, sobre todo para los grupos B y C, donde se llegó a un porcentaje de acierto muy parecido al del nivel 2

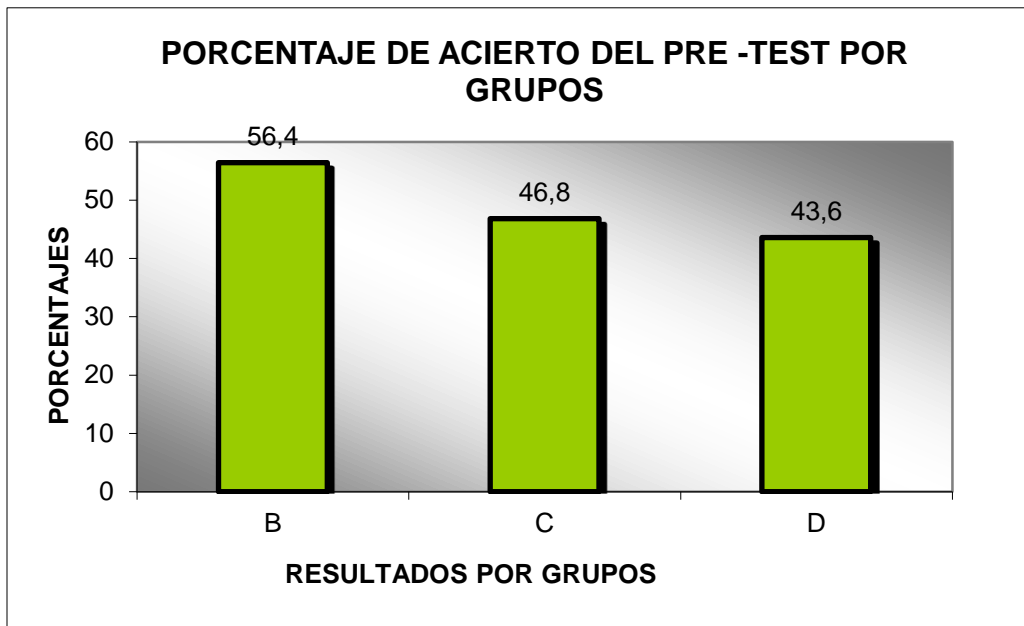
#### **4.2 Resultados del postest**

Para el postest se obtuvieron los siguientes resultados por grupo y por cada nivel de Van Hiele evaluado en él, así:

##### **4.2.1 Resultados del postest en forma general por grupos.**

<b>PORCENTAJE DE ACIERTO PRE TEST DE LA PRUEBA POR GRUPOS</b>	
<b>GRUPO</b>	<b>POST-TEST</b>
<b>B (MUESTRA)</b>	56,4
<b>C (CONTROL)</b>	47,8
<b>D (CONTROL)</b>	43,6

Tabla 3.



Grafica 3

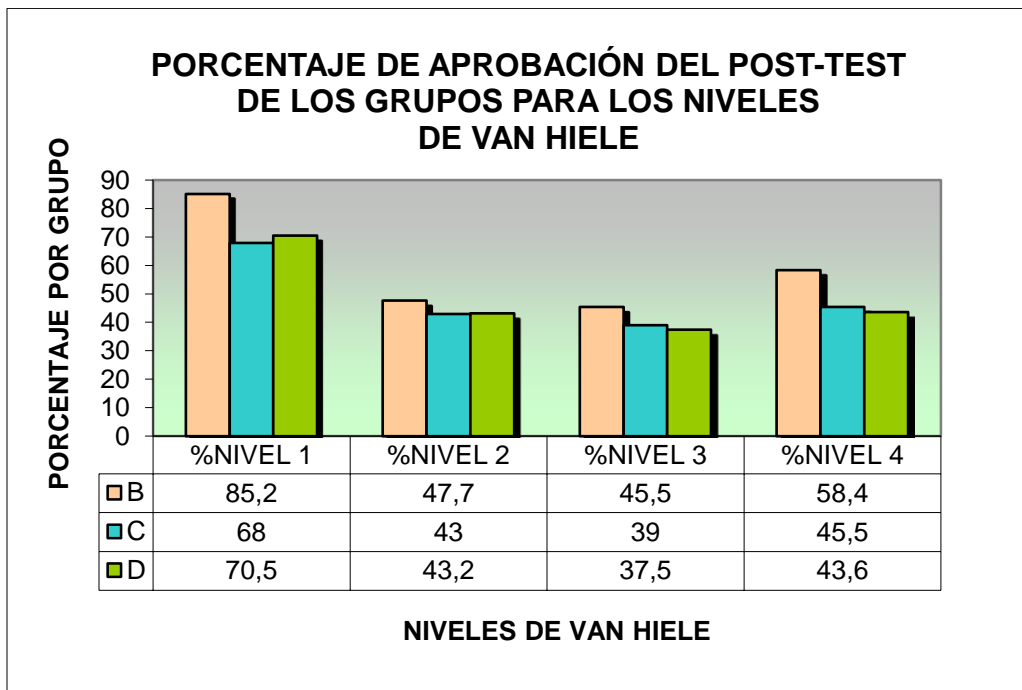
**Tabla y gráfica 3 PORCENTAJE DE ACIERTO POST TEST DE LA PRUEBA POR GRUPOS**

Es evidente en la gráfica 3 el aumento en los resultados generales, sobre todo en el grupo muestra, donde se obtienen unos resultados muy superiores al pretest, se observa para el grupo C, que el resultado es muy parecido, un poco inferior a la prueba inicial; el cambio también se da en el grupo D, donde se mejoró llegando a un nivel muy parecido de los otros dos grupos al realizar el pretest.

**4.2.2 Porcentajes de aprobación por grupo de cada uno de los niveles de Van Hiele por grupos.**

Porcentaje de aprobación del post-test de los grupos para los niveles de Van Hiele				
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL3	NIVEL 4
10B	85,2	47,7	45,5	58,4
10C	68	43	39	45,5
10D	70,5	43,2	37,5	43,6

Tabla 4



Gráfica 4

**Tabla y gráfica 4 Porcentaje de aprobación post-test especificados por niveles de Van Hiele, para cada grupo**

Se puede ver en la gráfica 4 cómo los diferentes niveles de Van Hiele se han incrementado en el grupo B, siendo muy significativos los niveles 1 y 2, donde se obtuvo la mayor ganancia; en todos los niveles siempre quedó el grupo B por encima de los otros dos.

**4.3 Factor de Hake**

A continuación los valores hallados mediante el factor de Hake para cada grupo, este se calcula así:

$$g = \frac{(\text{Postest}\%) - (\text{Pretest efectivo}\%)}{100\% - (\text{Pretest efectivo}\%)}$$

#### 4.3.1 Factor de Hake por grupos en los resultados generales.

El siguiente es el análisis por grupos del factor de Hake asociado a las dos pruebas realizadas el pretest y el postest, esto sobre el total de la prueba; para el caso de 10B tenemos

<b>INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA</b>		
<b>GRUPO</b>	<b>INDICE DE HAKE (g)</b>	<b>NIVEL</b>
<b>B (MUESTRA)</b>	0,17	BAJO
<b>C (CONTROL)</b>	0.013	BAJO (CASI NULO)
<b>D (CONTROL)</b>	0.11	BAJO

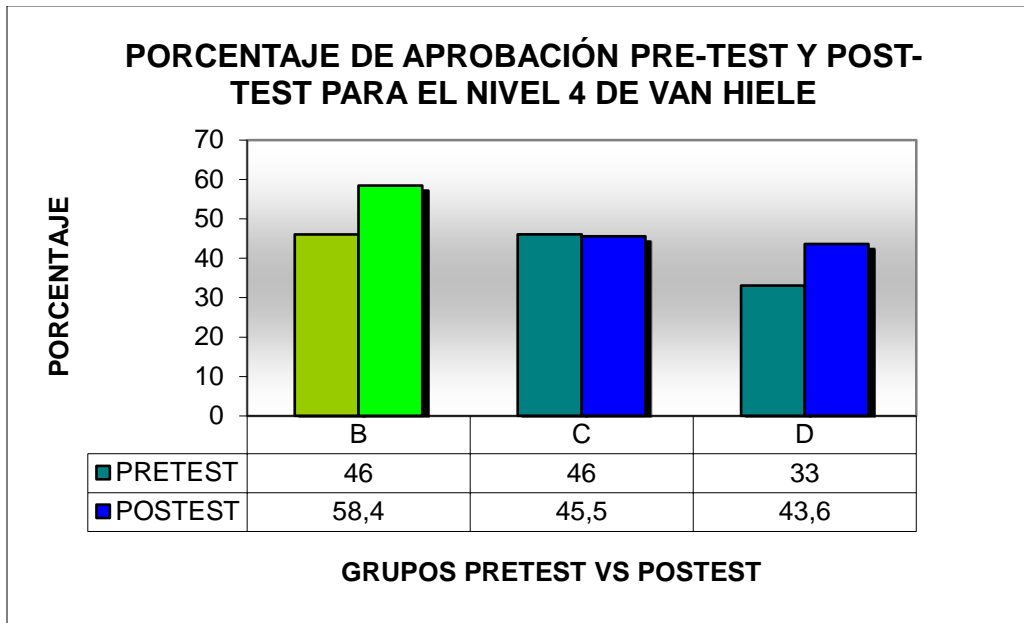
**Tabla 5 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO CON LA PRUEBA**

#### 4.3.2 Factor de Hake para el nivel 4 en los tres grupos.

Sólo se revisaron los resultados del nivel 4, en cada uno de los grupos; ya que en este nivel era donde se pretendía desarrollar el trabajo y se deseaba obtener una ganancia significativa en los resultados, analizando este se mostraría un avance significativo en el desarrollo del pensamiento espacial, por tanto miremos el análisis de estos resultados, discriminados por grupos, así:

<b>INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO PARA EL NIVEL 4</b>		
<b>GRUPO</b>	<b>INDICE DE HAKE (g)</b>	<b>NIVEL</b>
<b>B (MUESTRA)</b>	0,23	BAJO
<b>C (CONTROL)</b>	- 0,001	BAJO (CASI NULO)
<b>D (CONTROL)</b>	0,16	BAJO

**Tabla 6 INDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA CADA GRUPO MEDIDO PARA EL NIVEL 4**



**Gráfica 5 PORCENTAJE DE APROBACIÓN PRE-TEST Y POST-TEST PARA EL NIVEL 4 DE VAN HIELE**

En la gráfica 5 se comparan los porcentajes obtenidos en cada grupo en el pretest y en el postest, se nota el gran incremento en el postest del grupo B, superior en más de un 12%, respecto a la prueba inicial.

#### **4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Al iniciar este trabajo con los grupos 10B, 10C y 10D de la Institución educativa San José Obrero, a los grupos se les explicó en qué consistía el trabajo y se les informó que sólo se podía realizar la experiencia con uno solo de ellos (B), pero que todos presentarían la prueba, además se les hizo énfasis en que esta prueba era una actividad sin ningún tipo de calificación, eliminando así la tensión que esto genera, haciendo que la prueba fuera tomada con mayor tranquilidad buscando con esto aproximación confiable a los saberes previos de los estudiantes

## PRETEST.

La prueba fue aplicada antes de iniciar con la construcción del observatorio y de cualquier otra actividad o explicación posible, garantizando con esto que realmente se evaluaran los preconceptos que los estudiantes poseían en ese momento.

En la tabla 2 y la gráfica 2 se encuentran los datos recogidos del pretest.

Todas las preguntas del nivel 1, se concentraron en evaluar el reconocimiento de figuras geométricas, tal como lo explican los esposos VAN HIELE.

Como es notorio en la gráfica, los valores de aprobación más altos se encuentran en el nivel 1, el nivel básico, en este se indaga por el reconocimiento de figuras, que, suponíamos, los alumnos del grado decimo deberían distinguir con relativa facilidad. Por ejemplo en la pregunta 1, de los resultados que marcaron los estudiantes, es muy interesante saber que en todos los grupos solo se escogieran dos opciones: la opción A (Círculo) y la opción B (Circunferencia). Esto demuestra que los estudiantes asocian las dos opciones, pero no tienen una definición clara de las mismas que permita establecer las diferencias.

En el resto del bloque de preguntas del nivel 1 se presentó la misma tendencia donde la mayoría de los estudiantes escogieron la respuesta correcta. En lo que respecta a las opciones marcadas de manera incorrecta hubo diversificación, demostrando que en su mayoría, los estudiantes reconocen las figuras presentadas; pero no tienen certeza sobre su significado completo. Por ejemplo muchos estudiantes no reconocen que un cuadrado es un rombo.

En el nivel 2 se observa que los valores en el porcentaje de aciertos en cada grupo disminuyó respecto al obtenido en el nivel 1; esto debido a que ya no sólo deben reconocer la figura, sino distinguir propiedades que ellas poseen. Por ejemplo en la pregunta 6 se indaga por el triángulo que posea el ángulo recto; la respuesta correcta es la C, pero en los tres grupos la cantidad de aciertos fue muy baja, mostrando que no se reconoce una particularidad que puede tener un triángulo rectángulo cuando se presenta en una posición poco usual como la que presenta en la pregunta 6. Dado el nivel de escolaridad de los estudiantes (grado decimo) es altamente probable que hayan escuchado la definición de ángulo recto, e inclusive conozcan el valor de su medida, pero a pesar de esto no son capaces de reconocer el ángulo recto en la figura mostrada.

El nivel 3 evalúa el orden de las propiedades que poseen las figuras y establece relaciones entre éstas. Este nivel exige que los estudiantes resuelvan ejercicios donde están involucrados los conceptos y propiedades que las figuras poseen. En los tres grupos nuevamente se presentó una disminución en el porcentaje de aciertos respecto al nivel 2.

Los enunciados de este bloque no poseían dibujos, sólo hacían referencia a la situación o la figura, la cual el estudiante debía imaginar para darle solución al problema planteado; esta situación se les tornó un poco más difícil, evento que se puede evidenciar en la pregunta 12, donde en un grupo sólo se obtuvo

una respuesta correcta y en otro no se obtuvo ninguna; en esta pregunta, el estudiante debía reconocer ¿qué es un triángulo?, ¿cuál es su área? y ¿cómo se calcula? Sabiendo de antemano que esta es una operación sencilla y que se puede realizar mentalmente. La cuestión aquí es si el estudiante en realidad sabe ¿qué es un triángulo?, ¿cuál es su área? y entiende o conoce ¿cómo se calcula el área?, porque de lo contrario no se entiende por qué no realizan la operación. Y que a la vez sea capaz de concatenar estos tres elementos para solucionar satisfactoriamente el problema planteado.

La cantidad de opciones marcadas en todo el bloque es muy variada y tampoco se mantuvo una tendencia por una sola respuesta.

Dado que en el nivel 4 se centró la atención del trabajo, este bloque posee una mayor cantidad de preguntas. Para éste no sólo se agregaron preguntas que implicaban la realización de operaciones sino otras tantas que permitían analizar el pensamiento espacial de los estudiantes.

Como hecho curioso, sucedió que el porcentaje de aprobación para los tres grupos aumentó con respecto al nivel 3 y se llegó a los mismos valores que se alcanzaron para el nivel 2.

Los resultados obtenidos en el nivel 4 permiten pensar que los estudiantes entienden los problemas planteados y que mediante el razonamiento y el análisis de la situación hacen una depuración de las opciones eliminando las menos plausibles, aumentando así la probabilidad de acierto. Basado en esto las preguntas a hacerse serían: ¿Qué pasa con el contenido? ¿Dónde queda la teoría? ¿Lo que se ha estado enseñando durante años en realidad sirve? ¿Estamos usando el método correcto? Si un estudiante es capaz, después de plantearse una situación, de llegar a la solución por medio de un razonamiento o análisis, entonces ¿por qué no es capaz de resolver un ejercicio sencillo? ¿Por qué se le dificulta una operación básica? ¿Por qué a pesar de no tener claras las formulas ni las definiciones, llegan a una solución correcta?

En preguntas como la 13 y la 14, que se centraban en situaciones difíciles de recrear para un estudiante, hubo muy pocos aciertos para los tres grupos. Caso contrario a las preguntas 15, 16 y 17, donde también se representaban situaciones poco usuales pero el porcentaje de acierto fue alto en los tres grupos. En las preguntas como la 13 y la 14 es muy probable que términos como equilátero, escaleno e isósceles no sean claros para los estudiantes, mientras que las preguntas 15, 16 y 17, a pesar de que no son eventos muy usuales si forman parte de la experiencia básica que ellos viven.

Postest.

Los resultados y la gráfica del postest se encuentran en la tabla 4 y la gráfica 4 respectivamente.

El postest fue realizado luego de invitarlos de nuevo a que retomaran la prueba con la mayor responsabilidad y seriedad. Los grupos que no participaron de la construcción del observatorio expresaron su inconformidad por no hacer el trabajo también con ellos, pues se dieron cuenta de todo lo que se hizo con el grupo B. De nuevo se les recordó que la prueba no implicaba calificación y que no se

vería afectado su rendimiento académico por el hecho de no obtener buenos resultados; inclusive nunca tuvieron que marcar con nombre propio el examen.

El resultado obtenido en el postest fue muy alentador, pues se notó una marcada diferencia en el desempeño del grupo B (con quien se realizó el trabajo), respecto de los otros dos grupos, en los cuatro niveles. Tras analizar todas las gráficas el grupo D obtuvo muy buenos resultados, pero sólo alcanzó los niveles de los grupos B y C respecto a los resultados en el pretest.

Observando la gráfica, en el nivel 1, el grupo B obtiene un resultado muy superior a los demás y supera en más de un 17% el resultado obtenido en el pretest. Para la pregunta 1, por ejemplo, se da la misma situación que se presentó en el pretest, todos los grupos marcaron las mismas dos opciones que también habían sido marcadas en el pretest pero sólo se obtuvo una diferencia en los porcentajes de acierto para el grupo B.

Esta tendencia de aumento en el grupo B se mantiene en los otros 3 niveles restantes, el grupo supera los resultados obtenidos en el pretest para cada uno de los niveles. El desempeño del grupo C es similar al obtenido en el pretest.

Para el nivel 4 el grupo B obtiene de nuevo un valor muy superior al obtenido en el pretest y además es el único que en este nivel obtiene un valor por encima del 50%, en este caso superando por más del 12% al resultado obtenido anteriormente.

El grupo B realizó diferentes actividades, tales como: construir una circunferencia (construcción del observatorio) elaboraciones de material, Gnomon, cuerda de los doce nudos y guías de trabajo; se observó el sol en días completos, su salida y su puesta desde los observatorios, además de hacer un seguimiento periódico al movimiento de éste y la sombra proyectada en el observatorio.

Para llevar a cabo este trabajo se tuvo en cuenta, condiciones como: conseguir un terreno plano apropiado para la observación y de fácil acceso a cualquier hora y época del año; repaso de conceptos como línea recta, circunferencia, ángulos, líneas paralelas y perpendiculares, triángulos y sus clasificaciones, unidades de medida, ubicación de puntos en el plano cartesiano; toma de registros de la sombra proyectada en el observatorio por el Gnomon de los movimientos del sol a lo largo de un día (esto en varias ocasiones), se propusieron lecturas (medida de la circunferencia por Eratóstenes, conceptos de relatividad del libro de Landau), se proyectaron películas (Ágora, Dejavu), se introdujeron conceptos como el del magnetismo, relatividad, equinoccio, solsticio, meridiano y paralelo.

Todo este trabajo, en su mayoría realizado por los estudiantes en sus propios observatorios y en los respectivos grupos de trabajo, los llevó a ampliar su forma de pensar respecto al espacio y a cómo se mueven en este, de cómo se mueve el sol respecto a la tierra o la tierra respecto al sol, del porqué de las estaciones, de las temporadas de lluvia, de lo importante que es el sol en todos los ecosistemas del



planeta, de la importancia que han tenido los observatorios en las culturas para diferentes usos, como comerciales, religiosos y místicos.

Todo este cambio conceptual se refleja desde el análisis de las pruebas inicial y final, denominados por varios autores como ganancia conceptual, es decir, la reacomodación de los preconceptos y su enriquecimiento debido a un proceso de enseñanza y aprendizaje con un enfoque constructivista en el cual, como ya se mencionaron, se plantearon y ejecutaron gran cantidad de actividades auténticas, realizadas por los mismos estudiantes y en su propio contexto.

La ganancia en la asimilación conceptual debido a la ejecución de la propuesta también se ve reflejada en la constante crítica y debate que se genera en torno ya no solo del área de las matemáticas sino de otras como la física, la geografía, e incluso en el área de castellano con una mejora sustancial en la profundidad del análisis de sus escritos.

Una muestra del alcance de la ganancia conceptual lograda por los estudiantes se puede observar en el anexo 3 “cómo se ven ubicados los estudiantes en el planeta” donde se les pide que elaboren un dibujo que represente la posición de Medellín en el globo terráqueo. En esta guía se puede ver que le hicieron una división a la esfera terrestre, lo cual indica que han asimilado el concepto de marco de referencia para una posterior ubicación; además marcan el punto de la ubicación de la ciudad un poco arriba de la línea media, mostrando con esto que alcanzaron una asimilación de lo que es su ubicación espacial en el planeta.

Con el trabajo en el observatorio también se lograron modificar los preconceptos incorporados en su estructura cognitiva por el ambiente cultural en que viven (diálogos entre familiares, vecinos, compañeros), expresados en enunciados como “el norte es para arriba” “el sur es una tribuna del estadio” “el oriente es por donde sale el sol”. Es así como al trazar la circunferencia y las líneas norte-sur, oriente-occidente, sin instrumentos como la brújula sino con el seguimiento metódico del sol y sus proyecciones sobre el observatorio, se enriquecen los conceptos al ser confrontados con la información obtenida y la medición con instrumentos. El desarrollo del pensamiento espacial se ve por lo antes expuesto que se encuentra más interiorizado al haber sido asimilado mediante un verdadero proceso de aprendizaje significativo; para los estudiantes del grupo B las palabras como oriente, occidente, norte y sur ya no tienen la misma connotación, ni se ven restringidas a condiciones particulares como simples puntos cardinales.

El haber construido y manipulado instrumentos como la cuerda de los doce nudos (para representar triángulos rectángulos), trazado de líneas y circunferencias y elementos pertenecientes a la geometría plana, permitieron la aplicación de estos a situaciones que ocurrían en el espacio, para poder ser trasladadas al plano del observatorio y llegar a su posterior comprensión y análisis. Como ejemplo tenemos el registro de la sombra a lo largo de un día completo y en un día especial como el equinoccio, durante el cual el sol sale completamente por el oriente y se oculta por el occidente, situación que permitió trazar la línea oriente-occidente dentro de la circunferencia (observatorio); ese mismo día es posible trazar la línea norte-sur, utilizando la cuerda de los doce nudos, formando un triángulo

rectángulo, con el que se marca la línea perpendicular a la línea oriente-occidente, que sería la representación de la línea norte-sur.

Como parte del análisis de resultados también se pueden citar los cambios metodológicos, didácticos, de evaluación y de pensamiento que poseen los docentes que estuvieron en contacto con la ejecución de la propuesta, quienes se sintieron motivados a modificar sus preconceptos y estándares. Una ampliación de los detalles de ese análisis se puede leer en el apéndice 2 “EXPERIENCIA DE LA PRÁCTICA DOCENTE”.

Los relatos de los estudiantes donde cuentan cómo les pareció el trabajo realizado en astronomía, se pueden leer en el anexo 4.

## 5. CONCLUSIONES

Se mostró que abordando la enseñanza mediante otros esquemas no tradicionales se puede avanzar en el conocimiento, aunque esto también se logra mediante métodos tradicionales (utilizando elementos de la geometría elemental como la construcción de la circunferencia, trazado de una perpendicular) pero lo que no es fácil de conseguir por los métodos tradicionales es la motivación de los estudiantes.

La enseñanza de cualquier tema mediante la intervención directa de los estudiantes, donde ellos manipulen, modifiquen o toquen (constructivismo-construcción del observatorio solar), mediada por la dirección de un docente, siempre será una forma muy agradable e interesante para que aprendan los estudiantes o cualquiera de nosotros.

Los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que se muestra que el pensamiento espacial puede ser intervenido y mejorado, en este caso mediante la enseñanza de la astronomía (Los alumnos aprendieron a distinguir los puntos cardinales desde el observatorio solar y desde cualquier otro punto de la ciudad).

A pesar de que en la actualidad poseemos herramientas muy buenas para los trabajos de clase y para acceder el conocimiento, en esta propuesta de trabajo se mostró que es posible acceder a muchas ideas y conocimientos con herramientas sencillas (cuerdas, varillas, tizas, fotografías, observación) inclusive muchas de ellas de fabricación artesanal, mediante la cual también se pueden hacer trabajos muy interesantes y de gran valor científico y vivencial para todos.

En la práctica docente llevada a cabo se logró mejorar el vínculo en la relación estudiante-profesor. Antes sólo era en un salón de clase y de forma un poco discreta, ahora se dio en diferentes lugares (patio del colegio, casas de los estudiantes, terrenos aledaños al colegio propicios para la observación) y de forma muy amena, algo difícil de lograr sólo en el salón o en el colegio.

De lo más importante, sino lo más importante, fue toda la motivación alcanzada por los estudiantes en la realización de la práctica docente, pues todo el tiempo se la pasaban indagándome, mirando el cielo (llegando a reconocer los movimientos relativos del sol y los cuatro puntos cardinales), los amaneceres, los atardeceres, a la luna y el cielo en general. Ya no pasarán muchos días sin que mis estudiantes miren al cielo y se hagan cualquier tipo de preguntas.

Es una propuesta muy amplia que se puede trabajar desde diferentes áreas del conocimiento, no sólo la matemática o la física, y posibilita incluir a varios miembros de la comunidad educativa, como profesores de otras áreas, personal de apoyo logístico que a lo largo de la propuesta mostraron un gran interés.

## 6. CRONOGRAMA

La práctica docente fue llevada a cabo en el tercer periodo y parte del cuarto periodo escolar del año 2011

### CRONOGRAMA

DURACION ACTIVIDAD	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Prueba diagnostica			■													
Análisis de la prueba				■												
Diseño de la prueba final	■	■														
Aplicación de la prueba													■			
Análisis de la prueba														■		
Elaboración de resultados				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Elaboración del informe final					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Ministerio de educación nacional. "Lineamientos curriculares". 7 de junio de 1998. [En línea]. Disponible en la web: <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENLineamientoMatematicas.pdf>.
- [2] Moreira, M. "Subsidios Teóricos Para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias". 1edicion. Porto alegre, Brasil: 2009.
- [3] Brieva Bustillo E. Introducción a la Astronomía. Bogotá: Editorial universidad Nacional de Colombia, 1985. 62p.
- [4] Burtner, feed. "Etimología de "occidente" "oriente" "septentrión" y "meridion". [En línea].Disponible en la web: <http://www.delcastellano.com>
- [5] Creative commons."Etimología de septentrion" [En línea].Disponible en la web: <http://es.wikipedia.org>.
- [6] Dickson, L. Brown, M. Gibson, O. "El Aprendizaje de Las Matemáticas". España. Editorial Ministerio de Educación y Ciencia. 399p.
- [7] Landau, I. Rumer, Y. "Qué es la Teoría de la Relatividad". Moscu. Editorial MIR. 1986.42p.
- [8] Guedj, Denis. "El Teorema del Loro". Barcelona. Editorial Anagrama, 2000.

