

El experimento en la construcción de conocimiento con estudiantes que presentan diversidad funcional visual (ciegos): el caso de la cinemática.

JOHANA DÍAZ GONZALEZ

Línea de profundización Enseñanza y aprendizaje de las ciencias: enfoques didácticos.

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Bogotá
Facultad de Ciencia y tecnología
Departamento de física
2015

El experimento en la construcción de conocimiento con estudiantes que presentan diversidad funcional visual (ciegos): el caso de la cinemática.

JOHANA DÍAZ GONZALEZ

Trabajo de grado Presentado Para Obtener El Título De
Licenciado en física

ASESORADO POR:

Profesor Germán Bautista
Profesora Rusby Malagón

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Bogotá
Facultad de Ciencia y tecnología
Departamento de física
2015

*Nadie rebaje a lágrima o reproche
esta declaración de la maestría
de Dios, que con magnífica ironía
me dio a la vez los libros y la noche.*

*De esta ciudad de libros hizo dueños
a unos ojos sin luz, que sólo pueden
leer en las bibliotecas de los sueños
los insensatos párrafos que ceden
las albas a su afán. En vano el día
les prodiga sus libros infinitos,
arduos como los arduos manuscritos
que perecieron en Alejandría.*

*Fragmento del poema de los Dones
Jorge Luis Borges*

Agradecimientos

Agradezco en primera medida a mis padres por su apoyo durante todo este proceso formativo, sin ustedes esto no hubiera sido posible; a mi hermana, a Sarita, María y Gabriela por ser mi razón para todo.

Agradezco a los profesores Nathaly Guerrero, Néstor Méndez, Fabio Vélez y Jair Zapata y la línea de profundización de enfoques didácticos por todas sus enseñanzas durante este proceso formativo y por incentivar un gran amor por esta profesión.

Agradezco a la profesora Rusby Malagón por su apoyo, sus consejos y enseñanzas durante todo el desarrollo de este trabajo y por incentivar este amor por el maravilloso mundo de la ceguera.

Agradezco al profesor Germán Bautista por compartir su experiencia y sabiduría conmigo y por su importante y significativo apoyo a este trabajo sin el cual no hubiera sido posible desarrollarlo, por ser un ejemplo a seguir como maestro y como ser humano y por permitirme concebir la física desde una nueva perspectiva.

Agradezco a la institución educativa Luis Ángel Arango por brindarme el espacio para desarrollar este proceso investigativo; a la coordinadora Raquel, a la tiflóloga Hilda Rojas por compartir su conocimiento conmigo en todo momento; al profesor Alejandro Socha por ser un ejemplo a seguir como maestro de inclusión y a mis compañeros de práctica por su apoyo; Y sobre todo agradecer a los estudiantes del proyecto de inclusión: Daniela, Angélica, Laura, David, Sofía, Laurita, Alejandro y Jineth por permitirme compartir tantos momentos agradables en los cuales logre concebir el mundo de una manera muy distinta.

Finalmente quiero agradecer a mis compañeros y amigos por su compañía y apoyo durante todo este proceso y por permitirme compartir tantos momentos felices juntos.

Muchas gracias a Todos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Ministerio de Educación	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página v de 5	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El experimento en la construcción de conocimiento con estudiantes que presentan diversidad funcional visual: el caso de la cinemática.
Autor(es)	Díaz González, Johana Paola
Director	Germán Hernando Bautista Romero. Rusby Yalile Malagón Ruiz.
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 54 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	EXPERIMENTO, EXPERIENCIA, CONOCIMIENTO, CINEMÁTICA, DIVERSIDAD FUNCIONAL VISUAL.

2. Descripción
La presente investigación surge como respuesta a las preocupaciones del grupo de investigación al interior de la línea de investigación de enseñanza de la física desde la perspectiva de los enfoques didácticos centradas en los procesos de inclusión educativa a personas en condición de ceguera; a partir de las observaciones realizadas en la IED Luis Ángel Arango se planteó el interrogante que guío el ejercicio investigativo ¿Qué criterios didácticos se deben tener en cuenta cuando se diseñan experimentos en el caso de la cinemática para personas en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas? A partir de esta pregunta de investigación se realiza un trabajo de campo que permite identificar el contexto de observación que tiene la persona ciega en el caso del movimiento (a partir de la cinemática) y por medio del cual da sentido e interpreta su experiencia, en este caso una experiencia artificial brindada por el experimento.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Ministerio de Educación</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 5	

3. Fuentes
Kant, I. (2004). Antropología en sentido pragmático . Madrid: Alianza. Koyré, A. (2000). Estudios de historia del pensamiento científico. México D.F: Siglo XXI Editores. Kuhn, T. (1996). La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física. En La tensión esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de las ciencias (págs. 56-90). México D.F: Fondo de Cultura económica . Lovell, k (1999) Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños. Madrid: Morata. Mach, E. (1987) Análisis de las sensaciones. Barcelona: Alta fulla Malagón, J. (2012). Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. Física y Cultura, 95-104. Nagel, E. (1989). La teoría y la observación. En L. Olive, & A. Pérez, Filosofía de la ciencia: Teoría y observación (págs. 416-438). México: Siglo XXI Editores. Ochaita, E., & Rosa, A. (1995). Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. En A. Marchesi, C. Coll, & J. Palacios, Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar (págs. 183-197). Porto Alegre: Artes Médicas.

4. Contenidos
El camino recorrido para lograr responder la pregunta de investigación se presenta en cuatro capítulos, a saber: En el capítulo I se presenta la situación problemática que dio origen a la investigación, los objetivos que guiaron la propuesta y las razones por las cuales se considera que esta es relevante y pertinente, así mismo se presentan algunos de los trabajos investigativos que sirvieron como precedentes para desarrollar el presente trabajo.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Ministerio de Educación</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 5	

En el capítulo II se muestran las reflexiones disciplinares con respecto a la física y la cognición alcanzadas; se hace una reflexión sobre el acto de conocer, el experimento como una estrategia de construcción de conocimiento con un contexto de observación conformado por un contexto teórico y unas capacidades sensoriales que para el caso de la investigación fueron la cinemática y la ceguera respectivamente; aspecto que se presenta al final de este capítulo. En el capítulo III se muestra el diseño metodológico que se realizó con fines de lograr el objetivo general: tipo de investigación, descripción de la población y trabajo de campo dividido en cuatro momentos: Nociones asociadas a la descripción del movimiento, noción de tiempo, noción de velocidad y trabajo experimental. En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos del trabajo de campo y las comprensiones alcanzadas con respecto a los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos en el caso de la cinemática para esta población. Finalmente se presentan las conclusiones que representan justamente los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para la población en condición de ceguera.

5. Metodología

El tipo de investigación en el cual se enmarca la investigación es cualitativa ya que guarda cercanía con las características generales de esta, así mismo retoma algunas características del estudio de caso; se realizaron las siguientes fases con el fin de dar respuesta a la pregunta problema.

1. Realizar un estudio teórico acerca del experimento y su relación con la construcción de conocimiento científico para lograr identificar algunas características a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos.
2. Caracterizar algunos de los aspectos sensoriales que rodean el proceso perceptual de las personas en condición de ceguera o baja visión y su relación con la construcción de conocimiento.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Ministerio de Educación	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 5	

3. Diseñar e implementar un trabajo de campo a partir de las reflexiones y comprensiones alcanzadas sobre el experimento, la ceguera, la cinemática y la construcción de conocimiento.
4. Analizar los resultados obtenidos en implementación para identificar algunos de los criterios que se deberían tener en cuenta en el diseño experimental en el caso de la cinemática para que este favorezca los procesos de construcción de conocimiento científico en los estudiantes ciegos y de baja visión.

6. Conclusiones

- Es necesario conocer el contexto de observación que tiene el sujeto en relación al contexto teórico en el que se enmarca el experimento por ende es preciso realizar un trabajo didáctico previo que permita identificar las nociones con respecto a la cinemática que poseen los estudiantes y además identificar sus perfiles sensoriales.
- El movimiento que tiene mayor sentido para el sujeto ciego es el que realiza él mismo, teniendo preponderancia el sentido háptico (kinestésico) en el sentido que da al movimiento; por ende se recomienda que cuando se realicen experimentos sobre el movimiento de un cuerpo, el cuerpo en movimiento sea el mismo sujeto ciego.
- Es necesario que al realizar experimentos para que el sujeto ciego construya algunos conceptos sobre la cinemática en relación a su propio movimiento el ambiente donde este se desarrolle este nutrido por estímulos auditivos y táctiles ya que el estímulo auditivo le permite dar sustancialidad a los objetos en el espacio perceptual del sujeto ciego y el estímulo táctil le permite construir una idea de espacio. Finalmente y de acuerdo al trabajo experimental desarrollado se consideran las siguientes recomendaciones

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Ministerio de Educación	FORMATO		
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB		Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012		Página 5 de 5	

- En cuanto al diseño de montajes experimentales, se considera que deben estar precedidos de un trabajo didáctico como el que se mencionó en la primera conclusión que ponga al estudiante en contexto; los montaje deben ser muy nutridos por las sensaciones táctiles y cuando se trata de la cinemática deben permitir que el estudiante sea quien realiza un movimiento ya que esto es lo que permite darle sustancialidad, las señales auditivas permiten dar idea del paso por algunos puntos (señal de distancia).
- En cuanto al informe experimental se considera que es escrito en braille el estudiante debe tener un tiempo prudente para desarrollarlo, se conoce que el estudiante no es diestro en el sistema, se recomiendan informes verbales que permiten capturar de manera más significativa sus ideas; en cuanto a la toma de datos se sirve también de lo anterior pero además se recomienda que no se exijan tablas de datos ni gráficas como las que manejan los videntes ya que el sistema de escritura braille no considera la realización de este tipo de organización que presenta una dificultad al estudiante.

Elaborado por:	Johana Paola Díaz González
Revisado por:	Germán Hernando Bautista Romero. Rusby Yalile Malagón Ruiz.

Fecha de elaboración del Resumen:	02	12	2015
--	----	----	------

Contenido

LISTA DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO 1: CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la problemática.....	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Justificación	3
1.4 Antecedentes.....	5
CAPITULO 2: CONTEXTO TEÓRICO	7
2.1 <i>Acerca de la construcción de conocimiento.</i>	7
2.2 Acerca del experimento como una estrategia de construcción de conocimiento.....	8
2.2.1 Consideraciones históricas.....	9
2.2.2 Acerca del experimento	11
2.3 Contexto teórico: La cinemática	12
2.3.1 El movimiento.....	13
2.4 Acerca de la diversidad Funcional visual: La ceguera.....	13
2.4.1 Algunas características fisiológicas y cognitivas de la población	14
2.4.1.1 Acerca de las Sensaciones	14
2.4.1.1.1 Acerca de la sensación háptica	15
2.4.1.1.2 Acerca de la sensación auditiva	15
2.4.1.2 Acerca del desarrollo cognitivo en los sujetos con ceguera congénita.....	16
2.5 Conclusiones finales	17
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLOGICO	19
3.1 Tipo de investigación.....	19
3.2 Estudiantes que participaron en el proceso.....	19
3.3 Diseño del trabajo de Campo.....	20
3.3.1 Momentos del trabajo de Campo.	21
3.3.1.1 MOMENTO 1: NOCIONES ASOCIADAS A LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO Y SU MEDIDA.	22
3.3.1.1.1 Parte 1: Nociones asociadas a la descripción del movimiento (Marco de referencia, trayectoria y distancia).....	22
3.3.1.1.2 Parte 2: Noción de magnitud y medida.....	24
3.3.1.2 MOMENTO 2: NOCIÓN DE TIEMPO.....	25
3.3.1.2.1 Parte 1: Noción de Cambio y noción de duración.	25
3.3.1.2.2 Parte 2 medida del tiempo.....	26
3.3.1.3 MOMENTO 3: NOCIÓN DE VELOCIDAD.....	27
3.3.1.4 MOMENTO 4: TRABAJO EXPERIMENTAL	28
3.4 Instrumentos de recolección de la información	30
CAPITULO 4: DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS	32

4.1 ASPECTOS COGNITIVOS	32
4.1.1 NOCIONES ASOCIADAS AL MOVIMIENTO.....	32
4.1.1.1 Noción de trayectoria:	33
4.1.1.2 Noción de Marco de Referencia:	34
4.1.1.3 Noción de Distancia :	35
4.1.1.3.1 Noción de Línea Recta	36
4.1.1.4 Noción de Tiempo.....	37
4.1.1.5 Noción de Velocidad.....	38
4.1.2 Acerca del Pensamiento Métrico	40
4.1.2.1 Comparación cualitativa:	40
4.1.2.2 Patrones e instrumentos de medida.....	41
4.2 ASPECTOS SENSORIALES	45
4.2.1 La sensación auditiva en el sujeto ciego y la cinemática.....	45
4.2.2 La sensación háptica en el sujeto ciego y la cinemática.	46
4.3 EL TRABAJO EXPERIMENTAL Y EL SUJETO CIEGO.....	47
4.3.1 Trabajo en grupo.....	47
4.3.1.1 Rol de Experimentador en el montaje propuesto.....	47
4.3.1.2 Rol de Tomador de Datos en el montaje propuesto.	48
4.3.2 Informe experimental.....	49
4.3.2.1 Identificación de Variables	49
4.3.2.2 Toma de Datos	49
CONCLUSIONES	52
Bibliografía	A
ANEXOS	i

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras

Número	Título	Página
1	Disposición del patio escolar los puntos estaban marcados con un poste: Balso, cartón corrugado, fome, tela y lana (1, 2, 3 ,4 ,5) respectivamente.	21
2	Postes que marcaban los puntos en el patio	21
3	Materiales utilizados durante la actividad 2, parte 2 del momento 1.	23
4	Material utilizado: gotero y lámina de aluminio.	25
5	Túneles a escala	26
6	Montaje experimental	28
7	Se presenta en verde el camino escogido por Josué como el más corto, en rojo el resultado esperado.	34

Tablas

Número	Título	Página
1	Concepción del papel de la experiencia de acuerdo a la época histórica.	10
2	Algunos desfases de las tareas propuesta por Piaget en el sujeto ciego.	16
3	Descripción de los sujetos con los que se desarrolló el trabajo de campo.	19

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo presenta el camino recorrido para identificar algunos criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para posibilitar los procesos de construcción de conocimiento científico en el caso de la cinemática con estudiantes en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas. Se encuentra dividido en cuatro capítulos que representan las fases investigativas desarrolladas.

En el capítulo I se presenta la situación problemática que dio origen a la investigación, los objetivos que guiaron la propuesta y las razones por las cuales se considera que ésta es relevante y pertinente, asimismo se presentan algunos de los trabajos investigativos que sirvieron como precedentes para desarrollar el presente trabajo.

En el capítulo II se muestran las reflexiones disciplinares con respecto a la física y la cognición alcanzadas; se hace una reflexión sobre el acto de conocer, el experimento como una estrategia de construcción de conocimiento con un contexto de observación conformado por un contexto teórico y unas capacidades sensoriales que para el caso de la investigación fueron la cinemática y la ceguera respectivamente; aspecto que se presenta al final de este capítulo.

En el capítulo III se muestra el diseño metodológico que se realizó con fines de lograr el objetivo general: tipo de investigación, descripción de la población y trabajo de campo dividido en cuatro momentos: Nociones asociadas a la descripción del movimiento, noción de tiempo, noción de velocidad y trabajo experimental.

En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos del trabajo de campo y las comprensiones alcanzadas con respecto a los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos en el caso de la cinemática para esta población.

Finalmente se presentan las conclusiones que representan justamente los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para la población en condición de ceguera.

CAPITULO 1: CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta la situación problemática que dio origen a la investigación, los objetivos que guiaron la propuesta y las razones por las cuales se considera que esta es relevante y pertinente como propuesta investigativa al interior del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, así mismo se presentan algunos de los trabajos investigativos que sirvieron como precedentes para desarrollar el presente trabajo.

1.1 Descripción de la problemática.

Durante la práctica pedagógica I realizada por un período de cuatro meses, doce horas a la semana, en la institución educativa Luis Ángel Arango ubicada en la localidad de Fontibón en la ciudad de Bogotá; institución con proyecto especial de inclusión a personas con limitación visual, se observaron y registraron las distintas dinámicas referentes a la inclusión social y educativa particularmente en las clases de ciencias naturales. La observación y el registro en el diario de campo permitieron evidenciar que la institución no cuenta con el material físico y humano suficiente para dar respuesta al proyecto de inclusión; observándose así que los estudiantes del proyecto son integrados más no incluidos¹ en las actividades culturales, sociales y principalmente académicas.

Se afirmó que existía exclusión social por las siguientes razones: No se observaron fuertes vínculos sociales entre los estudiantes del proyecto de inclusión y los otros estudiantes sino entre ellos mismos; los estudiantes del proyecto de inclusión no fueron partícipes activos durante la observación en actividades extracurriculares como izadas de bandera, días culturales, etc.; De otro lado y centrándose en los procesos del aula inclusiva como tal, particularmente en los procesos que se dan en las clases de ciencias naturales y de física, se lograron evidenciar algunas prácticas de exclusión como las que se mencionan a

¹ Si bien la integración y la inclusión tienen significados semánticos muy similares, representan filosofías muy diferentes en cuanto a la inmersión de las personas con diversidad funcional a la sociedad, la integración se basa en principios de igualdad y competición, la inclusión por el contrario encuentra sus bases en la equidad, cooperación y solidaridad.

continuación: Algunos docentes y compañeros del estudiante en condición de ceguera consideran que éste no tiene la capacidad de aprender esta rama del conocimiento; las manifestaciones de esto son la poca participación que se le da al estudiante ciego en exposiciones, trabajos en grupo y en general en la dinámica de la clase; por su parte algunos docentes no suelen interesarse por el proceso del estudiante ciego, es posible que esto ocurra porque los maestros consideran no tener las herramientas para acercarse al estudiante y tampoco se muestran sensibles ante la diferencia.

En particular, llama la atención los diferentes roles que tiene el experimento en la clase que se desarrolla en el aula inclusiva con estudiantes ciegos, pues se evidencia que el maestro lo ve como una herramienta que le permite sustentar las teorías o que le permite a los estudiantes describir los fenómenos antes de ser explicados en clase y en muchas ocasiones como un instrumento para motivar a los estudiantes. Al respecto Abraham (2009) afirma que las razones por las cuales los maestros usan el experimento varían entre factores motivacionales, formación de habilidades de pensamiento científico, y aportes a la construcción de conocimiento al recrear los modelos científicos, entre otras. No obstante al tratarse del aula inclusiva se identificó que los experimentos privilegian los estímulos visuales negando así la información a los estudiantes con diversidad funcional visual. Al respecto se podrían resaltar algunas ideas: Se evidencia que este uso del experimento desmotiva a los estudiantes en la clase de ciencias ya que los hace sentir incapacitados para realizar prácticas científicas, las afirmaciones que los estudiantes del proyecto de inclusión realizaron al respecto quedaron consignadas en el diario de campo y van desde “no puedo hacer esto” a “por eso es que no me gusta la ciencia, todo es visual”.

Al respecto Redish (1994), Hammer (1996) y McDemmott et. Al (2000) citados en (Koponen & Mantyla, 2006) afirman que el experimento permite que el estudiante tenga la oportunidad de expresar sus ideas del mundo a partir de sus propias palabras y reflexionar acerca de sus aciertos y errores. Sin embargo, el estudiante invidente no puede socializar sus experiencias ya que no las ha tenido y entonces se evidencia que se vuelve introvertido y tímido ante la participación en clase de ciencias naturales generando así un impacto social en

el proceso de inclusión social y educativa. Dado esto, se planteó la siguiente pregunta que guío el ejercicio investigativo:

¿Qué criterios didácticos se deben tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para posibilitar la construcción de conocimiento científico en el caso de la cinemática con estudiantes en condición de diversidad funcional visual en las aulas de inclusión educativa?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Identificar algunos criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos en el caso de la cinemática para estudiantes en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio teórico acerca del experimento y su relación con la construcción de conocimiento científico para lograr identificar algunas características a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos.
- Caracterizar algunos de los aspectos sensoriales que rodean el proceso perceptual de las personas en condición de ceguera o baja visión y su relación con la construcción de conocimiento.
- Diseñar e implementar un trabajo de campo a partir de las reflexiones y comprensiones alcanzadas sobre el experimento, la ceguera, la cinemática y la construcción de conocimiento.
- Analizar los resultados obtenidos en implementación para identificar algunos de los criterios que se deberían tener en cuenta en el diseño experimental en el caso de la cinemática para que este favorezca los procesos de construcción de conocimiento científico en los estudiantes ciegos y de baja visión.

1.3 Justificación

Realizar un estudio que permitiera Identificar algunos criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para posibilitar los procesos de construcción de

conocimiento científico en el caso de la cinemática con estudiantes en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas fue importante porque:

Las herramientas didácticas usadas por los maestros de ciencias naturales pueden tender a ser excluyentes y a minimizar el valor de la información que no es visual, al respecto Soler (1999) afirma que esto ha generado cuatro situaciones en las aulas: 1.) Se pierde gran cantidad de información no visual; 2.) Se tiene una percepción minimalista del mundo que nos rodea; 3) fomenta una visión reducida de lo que significa observar generalmente solo se mira; y por último, la razón que se considera más importante para el estudio, 4.) Se presentan las asignaturas de ciencias naturales de forma poco motivadora para los estudiantes ciegos y de baja visión, lo cual supone una dificultad añadida a su aprendizaje. Este estudio da otra mirada del estudio de la ciencia donde se reconocen las otras formas de construir el mundo, desde esta mirada los maestros, particularmente, fomentan la construcción de modelos del mundo físico desde una perspectiva incluyente reconociendo las diferentes formas de percibir el mundo.

Una segunda razón desde esta misma perspectiva es la poca reflexión que se encontró en los textos de ciencia escolar creados para estudiantes ciegos o de baja visión por parte de institutos especializados² estos textos que generalmente están basados en proyectos científicos moderados por experimentos no presentan ningún tipo de diferencia con los textos escolares de ciencia que se usan en el aula regular, los experimentos que se proponen buscan básicamente que el maestro y los compañeros del estudiante ciego sean quienes interactúan con este ya que son experiencias que solo pueden ser percibidas por el canal visual.

Desde esta mirada se considera importante realizar estudios epistemológicos acerca del papel del experimento en la construcción de conocimiento científico y particularmente físico; ya que tal como afirman Koponen y Mäntylä (2006) actualmente la literatura

² Durante la identificación de la problemática se revisaron textos de ciencias naturales producidos por el INCI para los diferentes grados escolares.

educativa se centra principalmente en hacer experimentos y su en el proceso de enseñanza y aprendizaje, más no se reflexionan alrededor del experimento y su relación con el origen del conocimiento científico, para los autores la reconstrucción epistemológica del experimento en la física se convierte en un punto de partida para la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes. Este proyecto resultó significativo ya que logra identificar algunos criterios para que el experimento se torne un posible punto de partida para la construcción de conocimiento por parte de las personas en condición de ceguera, y no simplemente el diseño de experimentos que no reconozcan las capacidades perceptuales de la persona en condición de diversidad funcional, es primordial reconocer que las personas ciegas pueden aprender ciencias naturales en todos los niveles académicos. Al respecto Ochaita y Rosas (1990) expresan:

“Buena parte de la categorización de la realidad reside en propiedades visuales que se tornan inaccesibles para un ciego, más esto no quiere decir que carezca de posibilidades para conocer el mundo o para representarlo; lo que ocurre es que, debe potencializar o usar otros sistemas sensoriales, dos sentidos se presentan, entonces, como especialmente importantes: el oído y el sistema háptico”

Es importante entonces que se comprenda que las personas ciegas tienen canales sensoriales que les permiten crear modelos del mundo y que su estudio a profundidad permite identificar qué tipo de experimentos pueden desembocar en un proceso de construcción de conocimiento científico.

Una última razón por la cual se consideró importante este proyecto radicó en que aporta a los proyectos realizados por la línea de investigación “enseñanza y aprendizaje de la física enfoques didácticos” respecto a la enseñanza de las ciencias naturales y la física para población con diversidad funcional y también da herramientas de reflexión a los docentes y futuros docentes de física acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje cuando se interactúa con personas con diversidad funcional, en este caso visual.

1.4 Antecedentes.

Tesis nacionales: Al respecto cabe resaltar dos trabajos realizados al interior de la Universidad Pedagógica Nacional, el primero de ellos realizado por García (2014) la cual

indago algunos elementos utilizados por los niños ciegos de 12 a 17 años para describir el espacio, entre sus conclusiones más relevantes esta la ausencia de una descripción euclidiana del espacio por parte de los sujetos que fueron estudiados quedándose así en una construcción topológica de este, otra investigación relevante realiza una descripción de la representación espacial en invidentes congénitos y el desarrollo de un dispositivo electrónico para su movilidad, en esta investigación se realiza un estado del arte sobre conceptos asociados al movimiento y a la ceguera como son la orientación, la movilidad y la representación espacial. (Vargas, Sarmiento & Valencia, 2006)

Tesis internacionales: Centrándose en el aspecto fundamental que es la experimentación científica con personas en condición de diversidad funcional visual se encontraron antecedentes internacionales que soportan la investigación, en el instituto de educación, ciencia y tecnología de Sao Paulo, Brasil se realizó la investigación Enseñanza de la química para los ciegos: propuesta de experimentos inclusivos que implican reacciones de neutralización, la investigación diseño tres experimentos referentes al tema de reacciones de neutralización donde se potencializaba el uso del tacto, el objetivo de la investigación es promover una educación inclusiva desde las potencialidades de los estudiantes ciegos, por medio de esta ideología se logró que los estudiantes ciegos participaran activamente en el proceso debido al uso de los cuatro sentidos (Lopes, 2013). Soler (1999) plantea también diversos experimentos que pueden ser percibidos con los distintos sentidos, no obstante los experimentos planteados para la comprensión de fenómenos físicos son pocos, el autor se centra en experimentos para la biología.

CAPITULO 2: CONTEXTO TEÓRICO

La realización de este contexto teórico implicó establecer una postura teórica acerca de la construcción de conocimiento en sujetos con ceguera y el papel que podría tener el experimento en este proceso. Para lograr esto, inicialmente se presentan algunas reflexiones acerca de la construcción de conocimiento, una reflexión acerca del experimento como estrategia de construcción de conocimiento científico. Y finalmente algunos de los aspectos a tener en cuenta en los procesos de construcción de conocimiento de las personas en condición de ceguera.

2.1 Acerca de la construcción de conocimiento.

Resulta necesario pensar primeramente en qué es conocer; los paradigmas a lo largo de la historia con respecto a este interrogante son extensos y variados, muchos autores coinciden en que este puede ser resultado de dos acciones: La experiencia y el razonamiento. A continuación se presentarán algunas de las reflexiones alcanzadas teniendo como premisa que para este trabajo la experiencia tiene un papel primordial en la construcción de conocimiento.

Conocer es una actividad en la que el sujeto tiene un papel activo, es una construcción individual y subjetiva de este pero está claramente marcada por las sensaciones que tiene del mundo físico y su experiencia con él, resulta importante distinguir entre la simple sensación fisiológica y la experiencia que tiene el sujeto acerca de los objetos del mundo físico ya que como se presentara en el siguiente apartado, la experiencia está marcada por aspectos tanto sensitivos como cognitivos.

De acuerdo a la perspectiva Kantiana conocer solo es posible en la medida en que se tiene una sensación organizada por la mente, llamada experiencia, la mente a su vez tiene dos maneras de dar forma a la sensación: por medio de los conceptos a priori (espacio y tiempo) y las categorías del entendimiento en función de las cuales el sujeto organiza la experiencia (Brown, 1994). Siguiendo a Kant el conocimiento del objeto no se debe exclusivamente a la naturaleza de éste y a la forma de presentarse ante el sujeto sino a la

receptividad de éste; y el conocimiento que el sujeto arma sobre dicho objeto cuando el objeto ya no está presente (de forma empírica) viene dada por medio de estos conceptos a priori. (Kant, 2004) Esto, quizás se debe a que las estructuras cognitivas del sujeto se ven afectadas en el acto de conocer, por lo que el sujeto abstrae de su experiencia sensorial ciertas impresiones o eventos que se repiten, a lo que se suele llamar concepto, dicho concepto recibe una significación independiente de las impresiones sensoriales; considérese el siguiente caso:

El niño estructura una idea de “azul” al observar cierta cantidad finita de objetos “azules” y atribuirles este significado por medio del lenguaje, no obstante su experiencia “finita” le brinda la oportunidad de atribuir esta cualidad a un tono de azul que él jamás ha visto antes.

No se puede suponer entonces que el conocimiento es una mera construcción sensorial dada en un lugar y en un momento único (como lo afirmaban los empiristas y positivistas más radicales quienes rechazaban cualquier tipo de cualidad de los objetos). Las experiencias previas del sujeto y las abstracciones que éste realiza le permiten organizar las nuevas sensaciones que son objeto de su estudio y de esta manera conocer el objeto.

Así para el presente trabajo el conocimiento podría entenderse como la organización de las sensaciones a partir del contexto del sujeto (sus capacidades sensoriales, experiencias previas y características cognitivas), éstas le brindan un contexto más amplio para acercarse al estudio del objeto de conocimiento.

2.2 Acerca del experimento como una estrategia de construcción de conocimiento

La experiencia es más que una simple sensación fisiológica, si bien depende directamente de ésta, también lo hace de las estructuras cognitivas del sujeto, algo que para la presente reflexión se denomina contexto del sujeto. El mundo físico presenta una fuente infinita de estímulos sensoriales, en todo momento el sujeto está expuesto a estímulos visuales, táctiles, auditivos, olfativos y gustativos. No obstante, de estas sensaciones solo algunas despiertan interés en el sujeto y se convierten en objeto de pensamiento, el sujeto

que quiere organizar la sensación puede valerse de dos estrategias: la observación y la experimentación.

Se considera importante realizar unas primeras aproximaciones a la significación de los términos observación y experimentación para poder resignificarlos en el contexto de la población con ceguera, con este fin se realizan algunas consideraciones de tipo histórico que permiten evidenciar algunas características de estas dos estrategias de conocimiento. .

2.2.1 Consideraciones históricas

“La física es un proyecto experimental pensado matemáticamente”

Galileo Galilei

Previamente se mencionó la dualidad entre razón y experiencia que se tiene en la teoría del conocimiento, esto ha sido llamado por Einstein “la antítesis eterna” entre las componentes racional y empírica del conocimiento. Ahora bien, desde la perspectiva de Einstein si bien ni los conceptos ni los postulados de la física están determinados por la experiencia, la validez de una teoría está controlada por lo que se revela en la experimentación y la observación (Nagel, 1989) A lo largo de la historia algunos de los hombres que han realizado aportes al conocimiento científico se han valido de estas dos estrategias. Los términos observación y experimentación se suelen asociar a ciertas épocas históricas: la antigüedad y la modernidad respectivamente. Para conocer a profundidad el estudio histórico realizado remítase al anexo 2.1.

Pensamiento Antiguo	Los focos de actividad científica fueron la astronomía, la estática, la óptica, la armonía y las matemáticas ; el establecimiento teórico de dichos campos no necesito experimentos ni observaciones sistematizadas ya que provenían de la experiencia cotidiana (Kuhn, 1996), se encuentra entre estas ideas al aristotelismo, para el cual lo sensible es propio del conocimiento humano, sin la sensación no hay ciencia, aunque sin duda alguna no es solamente la sensación, la memoria y la imaginación permiten que el hombre piense en el objeto sin necesidad de tenerlo presente físicamente (Koyré, 2000)
---------------------	--

Pensamiento Baconiano	De acuerdo a Kuhn (1996) las diferencias cualitativas que distinguen el movimiento baconiano de la forma antigua de practica empírica son la inconsistencia entre la interacción teoría-práctica, la “artificialidad” en la que se obligó a la naturaleza a exhibirse de formas no naturales, por ejemplo al introducir peces, ratones o sustancias químicas dentro de barómetros, también el desarrollo de la instrumentación de la física y por último los muy exactos informes y comunicaciones de los resultado experimentales.
Pensamiento Moderno	Galileo se presenta como el primer hombre que comprende de manera precisa el papel del experimento en las ciencias, el experimento se opone a la experiencia común en que este se prepara, es una pregunta hecha a la naturaleza, pregunta hecha en un lenguaje adecuado. (Koyré, 2000) Dando así origen a lo que se conoce como ciencia moderna.

Tabla 1. Concepción del papel de la experiencia de acuerdo a la época histórica.

Este recorrido histórico permite decir, desde la perspectiva Galileana que es la que se suele llamar como génesis de la ciencia moderna, que el experimento representa un nuevo papel de la experiencia, una forma de “saber hacerle preguntas a la naturaleza”, y también permite evidenciar ya las primeras diferencias entre observación y experimento. Primeramente relacionadas con modos de pensar distintos relacionados con épocas históricas, la observación para los autores revisados se hace sobre el fenómeno natural, tal y como se muestra en la “realidad”, en tanto la experimentación es más bien una creación, un artificio humano que permite estudiar la naturaleza de forma controlada buscando comprenderla. La observación por su parte fuertemente relacionada con el pensamiento antiguo se presenta sobre la cotidianidad, se reflexionaba sobre los eventos cotidianos sin pensar en una situación artificial como objeto de reflexión, al pasar por las raíces de la modernidad y los movimientos experimentalistas se observa como estos se centraron en la creación artificial (el experimento) de los fenómenos sin trascender más allá

conceptualmente, es decir el experimento como único fin; y finalmente en Galileo y posteriores hombres de ciencia (entre los que se considera vale la pena resaltar a Newton particularmente en sus estudios sobre óptica y Faraday en el estudio de los fenómenos electromagnéticos) se ve el experimento como una estrategia de construcción de conocimiento sobre el mundo natural.

2.2.2 Acerca del experimento

El experimento como estrategia de construcción de conocimiento del sujeto le permite someter su objeto de estudio a una observación controlada (con respecto al concepto de observación se considera necesario contextualizar este concepto más allá del ver, de la sensación en la retina por lo que se realizó una documentación alrededor de la significación del concepto evidenciada en el anexo 2.2) , donde el contexto observacional es el sistema teórico que proporciona las bases para interpretar el experimento realizado, así como también el sistema de medida y de los instrumentos de los cuales se disponga (Malagón, 2012). Siguiendo a este autor el sistema de medida podría entenderse como una comparación que puede ser cualitativa (organización de mayor a menor) o cuantitativa (asignando un número a la magnitud medida) así por ejemplo se puede organizar una escala de temperatura de caliente a frío o usando como unidad el grado centígrado, en ambos casos se está midiendo el estado térmico del cuerpo.

Por otra parte el marco teórico el cual es el contexto del experimentador se encuentra relacionado con el sistema de medición puesto que cada teoría está formada por ciertas cualidades, el experimentador al situarse en la teoría no mide todas las variables que entran en juego en el experimento, sino solo aquellas que son de interés para su contexto teórico. Así por ejemplo cuando se realiza un experimento acerca del movimiento de un péndulo, no se suele tener en cuenta factores como la temperatura o la iluminación solo el tiempo y el ángulo de desplazamiento. De la misma manera los instrumentos utilizados en el experimento así como la exposición de sus resultados están marcados por la teoría; por una parte y como ya se mencionó previamente la escogencia de las variables a medir está dentro

de la teoría por lo que los instrumentos de medición están acorde a esto y por el otro lado, es la teoría la que proporciona el lenguaje de interpretación y exposición de los resultados experimentales. Por ejemplo: si se estudia el movimiento en el marco de la cinemática los resultados experimentales estarán en función de la distancia y el tiempo y el lenguaje de interpretación estará alrededor de estas variables y de los conceptos de trayectoria y desplazamiento en tanto si se estudia el movimiento en el marco de la energía los resultados estarán en función de la velocidad y la masa.

El experimento es también una “artificialidad” del objeto de estudio donde se escogen controlan las variables que lo rodean ya que tal como lo decía Galileo el experimento es una forma pensada de hacer preguntas a la naturaleza en el lenguaje de ésta, el cual en el contexto científico es el lenguaje teórico. Finalmente se puede decir que el experimento es entonces una estrategia particular de la construcción de conocimiento científico que ha sido adaptada a la enseñanza y a la didáctica de las ciencias por diferentes factores como: las motivaciones, el planteamiento de problemáticas a los estudiantes, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico o base para la construcción de conocimiento.

2.3 Contexto teórico: La cinemática

Se hace necesario entonces, y de acuerdo a lo descrito anteriormente como experimento definir un contexto teórico que permita desarrollar la investigación, el movimiento de los cuerpos ha sido desde siempre una preocupación para los estudiosos de la filosofía natural, como se describió previamente, el caso de la caída de los cuerpos fue un aspecto clave para dar origen a lo que se conoce como ciencia moderna. Es por esto que se considera la cinemática como un buen punto de partida para hacer reflexiones sobre el experimento en la población con ceguera.

La cinemática que proviene del griego *kineo* (movimiento) se encarga justamente de esto, de describir el movimiento de los cuerpos en un lenguaje matemático, para esto usa las magnitudes físicas de distancia (longitud) y tiempo; la cinemática considera los cuerpos como masas puntuales por lo que la masa no es una magnitud que se considere en sus

descripciones. Por ende el sistema de medidas en la cinemática se limita básicamente a medidas de longitud y tiempo. A partir de estas dos magnitudes se construyen una variedad de conceptos, se procederá a describir los más relevantes para la investigación.

2.3.1 El movimiento

El movimiento en un contexto cinemático se refiere a la variación de la *distancia* en el transcurso del *tiempo* a través de una *trayectoria*, el primer paso para describir una variación de la distancia de un objeto es conocer la *posición* del objeto y para conocer la posición del objeto se debe tener un *sistema de referencia*. Finalmente describir el movimiento se refiere a describir el cambio de posición neta del cuerpo estudiado por lo que se habla de *desplazamiento*. Para conocer que se entiende por cada uno de estos conceptos revísese el anexo 2.3.

Ahora bien, estos conceptos nacen desde una cultura científica visual, su naturaleza geométrica y euclidiana hacen que resulte necesario realizar investigaciones para identificar como es la construcción que hace la persona en condición de ceguera a partir de las sensaciones que tiene del mundo en particular la sensación háptica y auditiva, es por esto que se procederá a hacer una breve descripción de lo que implica esta condición, la ceguera, en la organización del mundo físico y particularmente en la organización del espacio.

2.4 Acerca de la diversidad Funcional visual: La ceguera.

Hasta este momento se ha realizado una aproximación al papel del experimento en la construcción de conocimiento a raíz de lo que se consideró como conocer, ahora y siguiendo el objetivo de la presente monografía y la población a la que este objetivo se dirige, se procederá a hacer una pequeña descripción de la ceguera y algunos aspectos fisiológicos y cognitivos relacionados con la misma.

La ceguera o diversidad funcional visual es una condición sensorial que impide la percepción de la luz, en Colombia la ceguera se refiere a la pérdida del 80% de la capacidad visual en el mejor ojo y con corrección óptica.

Independientemente del fenómeno fisiológico que se presenta en la ceguera, se considera a esta como un fenómeno social. Las sociedades generalmente manifiestan en su estructura una idea de normalidad, unas formas dominantes de ser, pensar, actuar y vivir (Camargo, 2008) De esta manera la ceguera se manifiesta por una condición dominante que relaciona la vida, el conocimiento y la felicidad con la visión. Se puede notar como la “discapacidad” que se genera alrededor de la falta de visión, es mayormente social de unos sistemas dominantes de conocimiento. Al respecto Camargo (2008) afirma “Las condiciones patológicas del ojo pueden ser fuentes generadoras de incapacidad en los discapacitados visuales, pero el nivel de funcionamiento educativo, social, etc. estos individuos no pueden entenderse como el resultado única y automáticamente de ellas”.

A lo largo de la historia se han dado diversas interpretaciones de la ceguera y es aquí donde se evidencia como fenómeno social y cultural. Históricamente Vigotsky identifica tres etapas: La mística, la biológica y la científica o sociológica. (Para conocer a profundidad cada una de estas etapas remítase al anexo 2.4)

2.4.1 Algunas características fisiológicas y cognitivas de la población

Resulta complejo pensar en la construcción de conocimiento en el sujeto que presenta ceguera congénita dada la diferencia que existe entre los estímulos que percibe del mundo. No obstante, como se mencionó previamente al entender el conocimiento como una actividad relacionada con la sensación fisiológica y la estructura cognitiva se considera que para acercarse a una primera reflexión se deben reconocer las capacidades sensoriales que tiene el sujeto y las diferencias en el desarrollo cognitivo cuando no existe la estimulación adecuada. Para esto se presentan las siguientes reflexiones

2.4.1.1 Acerca de las Sensaciones

Si pudiera ampliar mis sentidos, no pediría ojos para ver la luna sino brazos largos para poder tocar su superficie.

Frase atribuida a N. Saunderson, matemático newtoniano ciego.

Los sentidos permiten conocer el objeto en tanto este está presente, permiten tener la sensación necesaria para la experiencia. Históricamente se han catalogado en cinco: la visión, la audición, el tacto, el olfato y el gusto; cada uno con un órgano característico a saber ojo,

oído, piel, nariz y lengua respectivamente. Las personas que presentan ceguera no tienen sensaciones visuales por lo que su capacidad sensorial queda enmarcada en los cuatro restantes. Siguiendo a Kant (1994) la audición y el tacto (al igual que la visión la cual no se mencionara de aquí en adelante por no considerarse pertinente para el apartado) son sentidos que contribuyen al conocimiento del objeto en mayor medida que el gusto y el olfato dado que la naturaleza de estos últimos corresponde más a sensaciones de placer y agrado.

Dicho esto, se considera pertinente para responder a la pregunta que convoca este apartado describir algunas de las características principales que presentan el sentido háptico (tacto y propiocepción) y auditivo y su relación con algunas de las cualidades que se reconocen en el mundo físico. Esto dado que para la persona ciega estos son los sentidos que cobran mayor importancia.

2.4.1.1.1 Acerca de la sensación háptica

Se entiende por sistema háptico al sistema que responde a las sensaciones a través del tacto (la piel) y por los músculos y tendones (información referida al movimiento propio) (Ballesteros., 1993) A través del tacto se puede identificar la textura, forma, grosor, peso y temperatura de un objeto, por lo tanto responde a sensaciones mecánicas y térmicas- Por otro lado el sistema propioceptor (referido a los músculos) permite identificar el estado propio de movimiento.

Siguiendo a Gibson quien en 1966 sería quien le da el nombre de sistema háptico al descrito anteriormente este en un sistema exploratorio y no receptivo a diferencia de la visión o la audición, de acuerdo a este autor la persona al realizar movimientos exploratorios con la mano no modifica el objeto sino que realza algunas características de acuerdo a la estimulación que recibe, de esta manera la persona ciega tiene un gran acceso a la información de su ambiente cercano. (Gil, 1993) (Para conocer en detalle la descripción realizada sobre la mano como órgano exploratorio y sobre el sistema motor remítase al anexo 2.5)

2.4.1.1.2 Acerca de la sensación auditiva

El sistema auditivo detecta sensaciones mecánicas, particularmente es el sentido que detecta las vibraciones que se producen en el aire a causa de alguna perturbación. Esta perturbación mecánica detectada por el oído es lo que se llama sonido, el sonido tiene algunas cualidades que lo caracterizan llamadas tono, intensidad y timbre. El tono está relacionado con la frecuencia de la perturbación mecánica, el oído humano percibe frecuencia desde las 20 a las 20000 oscilaciones por segundo; pero de acuerdo a Mach (1987) el oído no solo es capaz de percibir los tonos, también los organiza en escalas y además es esto lo que nos brinda información del número de vibraciones que se acercan o se alejan; siendo este un factor importante a tener en cuenta en la organización que logra realizar el sujeto ciego de la existencia y el movimiento de algunos objetos externos, pues se considera que es esta organización tonal junto al cambio de frecuencia aparente cuando un objeto está en movimiento el que le permite tener alguna noción de movimiento de objetos externos al sujeto ciego. La intensidad por su parte se refiere a la amplitud de la onda, dicha cualidad puede asociarse a lo que comúnmente llamamos volumen del sonido, así una intensidad de cero equivale al silencio y una intensidad alta equivale a sonidos fuertes y el timbre a la superposición de diferentes frecuencias lo cual genera una característica única a cada sonido.

2.4.1.2 Acerca del desarrollo cognitivo en los sujetos con ceguera congénita.

Si bien es claro que el desarrollo psicológico de cada sujeto es individual y no debe homogenizarse, existen ciertas características “comunes” al desarrollo del niño. Es claro que dada la diferencia de estímulos que recibe del mundo el niño ciego su desarrollo psicomotor, cognitivo, sensitivo y de lenguaje serán sustancialmente diferentes a los del niño vidente, por lo que se hace necesario describir las características de su desarrollo cognitivo a partir de los estímulos sensoriales que es capaz de percibir y más aún al desfase cognitivo que se presenta en su desarrollo en ausencia de una estimulación sensorial adecuada y como consecuencia natural de la falta de visión.

El desarrollo cognitivo hace referencia a la forma cómo el niño estructura su manera de conocer el mundo y se suele remontar casi siempre a las investigaciones del suizo Jean Piaget dada la importancia universal de su obra. Se presentarán entonces algunas de las conclusiones a las que han llegado las investigaciones alrededor del desarrollo cognitivo del

niño ciego y que toman como referencia la teoría genetista de Piaget. Los momentos presentados en la siguiente tabla son un resumen de la documentación realizada y mostrada en el anexo 2.6 de acuerdo a Ochaíta y Rosas (1995):

Tarea	Descripción
Marcha y coordinación oído mano	No es sino desde los 12 hasta los 19 meses que el niño ciego da sustancialidad a los objetos y empezara a buscarlos, iniciando la marcha y coordinando la relación oído- mano y donde el sonido representa la presencia de un objeto. (en los niños videntes esto se da de los 4 a los 8 meses)
Representación de objetos por medio del lenguaje	Se encuentra un desfase de 8 a 36 meses en la representación por medio del lenguaje del objeto en los niños ciegos cuando estos no están presentes (en los videntes este proceso se da aproximadamente a los 24 meses)
Desarrollo del lenguaje	No se encuentra desfases significativos excepto en la representación de él mismo (yo, mi) dada la dificultad de crearse una imagen de sí mismo y de los demás.
Tareas de clasificación y Conservación	Se encuentra que los niños ciegos no tienen mayor diferencia en las tareas de clasificación y pocas diferencias en las tareas conservación descritas por Piaget exceptuando la conservación del volumen.
Pensamiento formal y abstracto	No se encuentran mayores diferencias entre los adolescentes ciegos y los videntes, los obstáculos espaciales y de representación presentados son superados en esta etapa haciendo evidente el importante papel que juega el lenguaje en el desarrollo del niño ciego.

Tabla 2. Algunos desfases de las tareas propuesta por Piaget en el sujeto ciego.

2.5 Conclusiones finales

El experimento resulta ser una estrategia de construcción de conocimiento cuyo elemento central es el contexto de observación; se entiende como contexto de observación a las nociones, experiencias y sensaciones que tiene el sujeto por medio de las cuales organiza su experiencia; las nociones se entienden como las ideas intuitivas y naturales que tiene el

sujeto en relación a los conceptos centrales de algunas teorías; por otra parte la observación en el contexto de la diversidad funcional visual debe partir desde la idea de la multisensorialidad, en la física particularmente cobran importancia el sentido háptico y el auditivo como forma de acercarse a los objetos de estudio, existen multiplicidad de fenómenos que pueden relacionarse a estos sentidos y también al sentido del olfato y el gusto en los cuales realmente no se detuvo en la investigación. Se considera que será este contexto de observación el que deberá definir el sistema métrico y los instrumentos de medida para esta población, esta investigación pretende dar unas primeras ideas al respecto sin embargo es necesario realizar muchas más investigaciones para llegar a reflexiones profundas y generalizables al respecto.

CAPITULO 3: DISEÑO METODOLOGICO

En este capítulo se presentará el diseño metodológico que orientó la presente investigación éste incluye tipo de investigación, descripción de la población, diseño del trabajo de campo y descripción de instrumentos de recolección y análisis de la información.

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación en el cual se enmarca este estudio es cualitativa ya que guarda cercanía con las características generales de esta como: la posibilidad de interpretar los resultados obtenidos desde diversas perspectivas, el enfoque reflexivo del investigador con respecto al trabajo de campo partiendo también desde sus propias subjetividades y la diversidad de métodos para tomar la información (Flick, 2007) para este caso se utilizaron algunas situaciones experimentales en las cuales se observaba el comportamiento del sujeto de estudio y se interpretaba. La investigación también retoma algunas características del estudio de caso, dado que se realiza una exploración a profundidad del caso seleccionado en un periodo de tiempo a partir de múltiples fuentes de información (Creswell, 2013) como lo fueron los reportes verbales, la observación participante, las situaciones experimentales y la búsqueda de fuentes documentales. El Caso seleccionado es entonces la cinemática; siguiendo a Creswell el estudio del caso requiere situar al caso en un contexto que para efectos del estudio fue la diversidad funcional visual.

3.2 Estudiantes que participaron en el proceso.

La selección de los participantes fue producto de la interacción constante durante la práctica pedagógica realizada desde 2014-1 en la institución educativa Luis Ángel Arango. El colegio actualmente cuenta con 20 estudiantes del proyecto de inclusión de 5 a 17 años desde transición a grado once. De los cuales 11 son ciegos congénitos y 9 tienen baja visión, desde grado primero manejan el sistema braille y se mueven haciendo uso del bastón blanco o con ayuda de sus compañeros. Teniendo en cuenta el objetivo general que se tiene en la

investigación se seleccionaron dos estudiantes que forman parte del proyecto de inclusión descrito en líneas anteriores.

SUJETO 1 JOSUÉ	SUJETO 2: ADA
Estudiante del proyecto de inclusión, se encuentra en sexto grado y tiene 14 años, presenta ceguera congénita por desprendimiento de retina a causa de su prematuridad extrema.	Estudiante del proyecto de inclusión, se encuentra en grado noveno y tiene 16 años, presenta baja visión con capacidad visual en ojo derecho del 30% al 80% por desprendimiento de retina a causa de prematuridad extrema

Tabla 3. Descripción de los sujetos con los que se desarrolló el trabajo de campo.

3.3 Diseño del trabajo de Campo.

Siguiendo el objetivo general de la investigación y habiendo mencionado que el sujeto al realizar una observación sobre un evento tiene un contexto previo que le permite interpretarlo y darle sentido, estando este contexto sujeto también a las sensaciones que tiene el individuo de dicho evento; un primer criterio para el diseño de experimentos fue que el sujeto ciego tuviera un contexto previo que le permitiera darle sentido al experimento. La condición sensorial da una preponderancia al sentido háptico y auditivo y por ende se tiene como hipótesis que su contexto previo está relacionado con las capacidades sensoriales que estos dos sentidos brindan.

Primeramente se pensó entonces en seleccionar experimentos de diferentes tópicos de la física que respondieran a estos sistemas sensoriales, por ejemplo: Termodinámica, Mecánica, mecánica de fluidos y electromagnetismo, no obstante recordando que el experimento tiene como contexto el sistema teórico se consideró demasiado desbordante para la monografía realizar experimentos en cada una de estas disciplinas, por ende se acoto en la mecánica y particularmente en la cinemática, como se mencionó también en el marco teórico el contexto de observación no solo está dado por las capacidades sensoriales sino también por las nociones que tiene el sujeto en relación a la teoría, por ende el trabajo de campo aquí diseñado en los momentos 1, 2 y 3 no pretende ser un diseño de experimentos para la construcción de conocimiento científico sino una estrategia para lograr identificar las nociones asociadas a los conceptos de la cinemática tales como: trayectoria, marco de referencia, distancia, velocidad, tiempo y medida (noción de cantidad)

Escoger el movimiento como contexto teórico permite que el niño ciego tenga una experiencia previa ya que los estudiantes que participaron en el proyecto se encuentran en una edad dentro de la etapa de operaciones formales de acuerdo a los estudios realizados por Jean Piaget por lo que ya poseen una organización sobre el espacio y sobre el movimiento, una segunda razón viene dada por la organización curricular que se tiene en el país con los estándares educativos, Si bien estos pretenden que los estudiantes logren desarrollar ciertas habilidades como las que se mencionan a continuación: *identificar tipos de movimiento y fuerzas que lo producen*, durante el segundo ciclo el niño debe *Comparar movimientos y desplazamientos de objetos y seres vivos*, en el ciclo 3 del sistema escolar el niño debe *verificar relaciones entre distancias recorridas, velocidad y fuerza involucrada en diversos tipos de movimiento* y finalmente en el ciclo cinco el joven debe *establecer relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y modelar matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos*. Se hace necesario repensarse estos con respecto a las posibilidades sensoriales que tiene la persona ciega, es por esto justamente que se desarrolla esta investigación; para poner en relieve qué las construcciones del mundo físico que realiza la persona ciega no necesariamente responden a estos estándares que resultan de una cultura científica visual.

3.3.1 Momentos del trabajo de Campo.

Teniendo en cuenta lo anterior y buscando identificar algunos de los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para fomentar la construcción de conocimiento científico en el caso de la cinemática para la población con diversidad funcional visual, se diseñaron cuatro momentos con algunas actividades que se describirán a continuación; cabe aclarar que las preguntas presentadas en el reporte verbal guiaron el ejercicio, sin embargo de acuerdo a las respuestas de los estudiantes se iban realizando otras preguntas para ampliar la información.

Permítase aclarar también que los tres primeros momentos del trabajo de campo pretenden reconocer el contexto de observación que tiene la persona ciega, es decir desde los

aspectos cognitivos cómo son las nociones del sujeto ciego en relación con los conceptos de la teoría cinemática dadas sus capacidades sensoriales.

3.3.1.1 MOMENTO 1: NOCIONES ASOCIADAS A LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO Y SU MEDIDA.

3.3.1.1.1 Parte 1: Nociones asociadas a la descripción del movimiento (Marco de referencia, trayectoria y distancia)

Objetivo: Identificar las nociones de marco de referencia, trayectoria y distancia que poseen los estudiantes que participan en la investigación.

Para el desarrollo de esta actividad fue necesario tener 5 postes de diferentes texturas (madera, cartón corrugado, fome, lana y tela) como los que se muestran en la figura 2 y un timbre. Se dispuso del patio escolar cinco puntos, en cada uno de puntos se ubicó el timbre y de igual manera se ubicaron los postes como se describe en la figura 1.

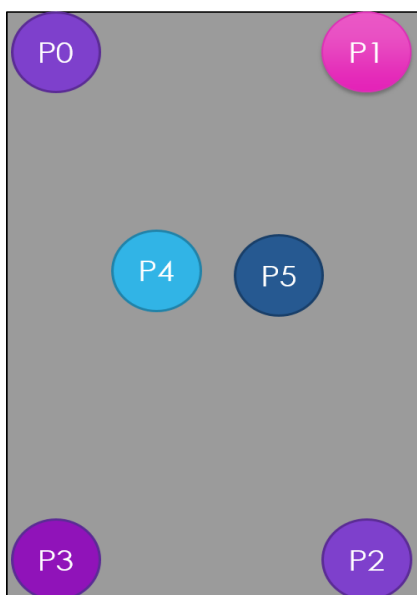


Fig. 1 Disposición del patio escolar los puntos estaban marcados con un poste: Balso, cartón corrugado, fome, tela y lana (1, 2, 3, 4, 5) respectivamente.



Fig. 2 Postes que marcaban los puntos en el patio.

Actividad 1: Marco de referencia y trayectoria desde la posición inicial (P0)

El estudiante recorre el espacio marcado buscando los puntos desde su posición de referencia haciendo las trayectorias de la forma en la que el desee. A partir de esto el maestro sugiere ciertos desplazamientos de la siguiente manera: De P0 a P1 (se encenderá el timbre en el punto 1), de P0 a P2 (se apaga el timbre en P1 y se enciende el timbre en P2), de P0 a P3, de P0 a P4, de P0 a P5. Esto se hizo con el fin de identificar si los estudiantes reconocen los puntos marcados por sus nombres y hacen una organización espacial de los caminos recorridos desde un punto de referencia inicial).

Actividad 2: Marco de Referencia y trayectoria desde un punto de referencia diferente al inicial.

Se hace el mismo ejercicio anterior de P0 a P1 pero ahora desde P1 se le pide al estudiante que se desplace a otro punto (P3 por ejemplo) y de P3 a P5. Esto se hace con el fin de identificar si el sujeto hace una organización espacial de todos los puntos y por ende hace una representación o “mapa mental” de los caminos que recorrió con los timbres.

Actividad 3: Noción de Distancia y línea recta como la distancia más corta.

En esta actividad se pretende evidenciar la noción de medida que tienen los sujetos que participan en el estudio y si asocian una noción de medida a las trayectorias realizadas (noción de distancia), para esto se les solicita que realicen la trayectoria de P0 a P2 de cuatro maneras diferentes a saber: 1.) De P0 pasando por P4, Luego por P5 y finalmente llegar a P2; 2.) De P0 llegar a P2 pasando por P1. 3.) De P0 llegar a P2 pasando por P5 y luego por P3; y 4.) De P0 llegar a P2.

REPORTE VERBAL: ¿Cuál de las trayectorias que hiciste fue la más corta para llegar del punto cero al punto dos?

ACTIVIDAD 4: Introducción a una noción de medida.

Se realiza de nuevo el punto 3 pero en esta ocasión los estudiantes cuentan los pasos como una primera noción de medida de distancia para poder llegar a comparar estas magnitudes, esto se hace con el fin de ser una actividad introductoria al siguiente momento.

REPORTE VERBAL DE LAS CUATRO ACTIVIDADES

¿Fue fácil para usted encontrar los puntos? ¿Por qué si o por qué no? ¿Qué aspecto le permitió encontrar con mayor prontitud los puntos? ¿Qué aspectos le permitían diferenciar la ubicación del punto 1 a la del 2, del 3 y así respectivamente? ¿Cómo determinaste que trayectoria recorrida era la más corta del punto 0 al punto 2? ¿Qué diferencias existen con los otros recorridos? ¿Existe la posibilidad de hacer otra trayectoria más corta a esta?

3.3.1.1.2 Parte 2: Noción de magnitud y medida.

Objetivo: Identificar cual es la noción de medida de los dos estudiantes participantes en relación a la medida de longitud (distancia).

Actividad 1: Medida de una Pared

En esta actividad se pretendía identificar cuál es el patrón de medida y por ende el instrumento de medida que cobra más sentido para los casos estudiados. El estudiante mide una pared del salón usando como patrón de medida sus pasos con el fin de recordar la actividad anterior, hará este proceso 3 veces. Luego otro estudiante realiza exactamente el mismo proceso. Los estudiantes recuerdan las medidas realizadas. El estudiante luego realiza la medida con sus manos.

Posteriormente los participantes discuten sobre la medida realizada siguiendo las siguientes preguntas: ¿Por qué si la pared es la misma la medida de cada uno fue diferente? Si yo quisiese mandar a construir esa pared ¿Qué medida tomaría? Con esto se pretendió indagar sobre los patrones externos que podrían cobrar sentido para ellos; habiendo discutido se les da una regla de un metro para que haga la medición de la longitud medida previamente.

REPORTE VERBAL

¿Cuál de las tres medidas sería la adecuada si yo quisiese mandar a hacer una pared exactamente igual a la medida? ¿Por qué? ¿De qué depende la medida que realizaste? ¿Cuál sería finalmente el largo de la pared? ¿Qué diferencia hay entre las medidas realizadas.

Actividad 2: Experimento Piagetiano sobre la medida.



Fig. 3 Materiales utilizados durante la actividad 2, parte 2 del momento 1.

Con este experimento se pretendió observar si el caso tiene una noción de medida como comparación cuantitativa. Al estudiante se le presenta un edificio a escala con dimensiones de 30 de alto por 10 de alto por 10 de Ancho. Se le presentan también seis bloques: Cuatro bloques de 8 cm $\times$ 5 cm $\times$ 5 cm; uno de 12 cm $\times$ 10 cm $\times$ 10 cm y un último de 10 cm $\times$ 10 cm $\times$ 10 cm. Se ponen dos reglas a su disposición por si quiere usarlas y se solicita que construya con los bloques un edificio de las mismas dimensiones que el edificio modelo. (Tomado de Lovell, 1999)

3.3.1.2 MOMENTO 2: NOCIÓN DE TIEMPO.

Objetivo: Identificar la noción de tiempo en los dos casos y sus asociaciones a la noción de cambio y duración.

3.3.1.2.1 Parte 1: Noción de Cambio y noción de duración.

Actividad 1: REPORTE VERBAL acerca de la Noción de cambio

Al realizar las siguientes preguntas se pretendía identificar si el cambio que es perceptible en primera medida para el vidente también lo es para los estudiantes participantes, también se pretendía identificar qué cambios eran fácilmente perceptibles para la persona ciega y cómo eran medidos.

¿Qué diferencias existen entre la mañana y la noche? ¿Cuánto tiempo han pasado desde tu último examen médico? ¿Cómo mides este tiempo? ¿Cuántos años tienes? ¿En qué has cambiado cuando tenías 8 años y actualmente?

Actividad 2 Noción de duración:

Con esta actividad se pretendía identificar si los individuos participantes tienen una noción de duración al comparar dos eventos con duraciones diferentes, también identificar a qué factores se pueden asociar su noción de duración.

1. Se presentan al estudiante dos grabaciones de tormentas con fuertes eventos sonoros (truenos). La grabación 1 tiene una duración de 1 minuto y 26 segundos y la

grabación 2 tiene una duración de 4 minutos. Se le presenta al caso, primero la grabación 1 y luego la grabación 2, bajo la siguiente situación:

De repente empezó a llover y el estruendo de los truenos era enorme, así que decidimos grabarlos, con sorpresa al siguiente día volvió a llover, de nuevo el estruendo era muy fuerte, decidimos volver a grabar la tormenta para saber si era idéntica a la del día anterior.

REPORTE VERBAL: *¿Encontraste alguna diferencia entre las dos tormentas? ¿Cuál tuvo mayor duración? ¿Por qué lo puedes afirmar? ¿Puedes decir cuanto más duro la segunda tormenta?*

2. Ahora suenan dos canciones, la primera es una canción de electrónica (Bad de David Guetta) y la segunda canción pertenece al género de música clásica (Cinema Paradiso – Ennio Morricone)

REPORTE VERBAL: *¿Cuáles son las diferencias que encontraste entre las dos canciones? ¿Alguna duro más que otra? ¿Puedes decir cuanto más duro una de la otra?*

3.3.1.2.2 Parte 2 medida del tiempo

Actividad 1: Hablemos de la palabra periódico

Con esta actividad se pretendió identificar cuál es el significado de la palabra periódico para los dos casos y poderla poner en el contexto de la medida del tiempo, ya que como se sabe los eventos que se usan para medir el tiempo son los que se conocen como eventos periódicos.

Escenarios donde se escucha la palabra periodo o periódico.

- *Mi padre lee el periódico todos los días a las seis de la mañana.*
- *Nosotros recibimos el boletín de notas periódicamente*

REPORTE VERBAL *¿Qué significa la palabra periódico en la primera frase? ¿Por qué se le llama periódico? Y En la segunda frase ¿Qué significa? ¿Y En la tercera? ¿Qué puede significar la palabra periódico para ti?*

Actividad 2: Sensación periódica

Para esta actividad se usó un gotero unido a una bolsa de agua por una manguera y una base que amplía el sonido (recipiente con aluminio); Se pretendía identificar si los

estudiantes tenían una noción de periódico a partir de sus sensaciones con la caída de una gota de agua (que para efectos de la investigación es aproximadamente periódica)



Fig. 4 Material utilizado: gotero y lámina de aluminio.

REPORTE VERBAL

¿Fue fácil percibir la caída de la gota de agua para ti? ¿Qué diferencias notas entre el primer goteo y el segundo? Y ¿entre el segundo y el treinta?

Actividad 3: Hablemos de la construcción de relojes

Con esta actividad se pretendía identificar si el evento seleccionado como periódico (caída de la gota de agua) permite que los estudiantes asocien la variación de la posición como el evento patrón para medir el tiempo; primeramente se cuenta a los estudiantes por medio de un cuento cómo ha sido la construcción de relojes en la historia, a partir de esto se pretendía que ellos reconozcan que los relojes se construyen en función de eventos periódicos que generalmente son de cambios de posición periódicos.

Ahora se propone medir los dos eventos anteriores (tormentas) contando el número de gotas.

Se pone a sonar la grabación uno y el estudiante cuenta el número de gotas que caen mientras dura la tormenta, anota el dato en su cuaderno. Se hace lo mismo con la grabación dos.

REPORTE VERBAL: En la historia notamos como el tiempo se refiere a una medida de cambio generalmente de posición ¿que está cambiando en esta situación? ¿Cuál fue el patrón de medida en este caso? ¿Por qué tienen que ser periódicos los eventos que usamos para medir el tiempo?

3.3.1.3 MOMENTO 3: Noción de velocidad

Objetivo: Identificar la asociación que hacen los casos entre distancia recorrida y tiempo empleado.

Actividad 1: Experimento piagetiano sobre la noción de rapidez.

En esta actividad se pretendía identificar cuál es la noción de rapidez en el estudiante cuando la distancia es la variable y el tiempo es la constante, también permitió identificar que tanto externalizan de su propio movimiento esta noción. Se presentan al estudiante dos túneles uno del doble del tamaño del otro no se sigue la sesión hasta que el sujeto participante este de acuerdo en que un túnel es mucho más largo que el otro; se les presenta la siguiente situación: Dos autos que vienen por una avenida entran cada uno a un túnel al mismo instante de tiempo y salen de su respectivo túnel en el mismo instante del tiempo ¿Por qué sucede esto? (tomado de Lovell, 1999)

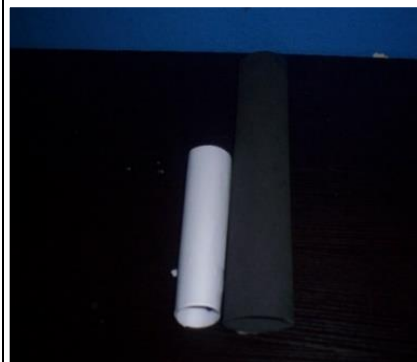


Fig. 5 Túneles a escala.

Actividad 2: Noción de velocidad cuando la distancia no varía.

En esta actividad se pretendía nuevamente identificar cual es la noción de velocidad en los casos pero en esta ocasión cuando la distancia es la que es constante y el tiempo varía, el ejercicio también sirvió para comparar que sucede cuando la situación en contexto se pone sobre su movimiento o sobre el movimiento de otro cuerpo (actividad anterior)

Se disponen dos puntos, un punto de salida y punto de llegada que tendrá una fuente sonora permanente y un poste de balso, el tiempo es medido con un tic digital, se explica este sistema de medida del tiempo a los estudiantes que resulta ser similar al del goteo de agua pero de una forma digitalizada. El estudiante se mueve de un punto al otro como muestra la fig. 5 Un estudiante realiza la trayectoria variando la rapidez y el otro mide el tiempo, luego cambian de roles. Se observa si recuerdan los datos y si no es así se les solicita escribirlos.

REPORTE VERBAL:

Si la distancia era la misma ¿Por qué empleaste tiempos más cortos o más largos en algunas ocasiones? ¿Cuánto tiempo tardo Josué en realizar el ejercicio? ¿Cuánto tiempo tardo Ada? ¿Por qué tu compañero tardo menos tiempo? ¿Por qué tu compañero tardo más tiempo? ¿Podrías estar en el punto de partida y en el de llegada en el mismo tic del reloj?

3.3.1.4 MOMENTO CUATRO: Trabajo experimental

Objetivo: Identificar cómo realiza trabajo experimental el caso en un trabajo de equipo.

Esta sesión pretendía ser un cierre del trabajo que permitiese identificar algunos aspectos relacionados directamente con el trabajo experimental y particularmente con la toma de datos y el trabajo en equipo, también aspiró observar de qué forma resulta más adecuado realizar un informe de laboratorio con la población en condición de ceguera de acuerdo a estos dos casos.

Descripción del montaje experimental



Fig. 6 Montaje experimental

El montaje experimental consta de una pista de 0,8 metros hecha de madera sobre éste hay un móvil de madera atado a una cuerda. La pista tendrá marcada la longitud cada cm en braille y cada 25 cm se ubicara un sensor de movimiento con una chicharra que emitirá un sonido cuando el cuerpo pase por allí. El tiempo será marcado con el mismo sistema anterior, cabe anotar que el pulso emitido cada segundo será de una intensidad menor a la que emite el sensor de movimiento. Los estudiantes exploran el montaje de forma táctil y auditiva, identifican que al pasar un objeto por el sensor de movimiento emite un sonido e identificara este sonido particular, también se pretende que por medio de las marcas identifiquen que los sensores están a la misma distancia entre sí.

Actividad 1: Toma de datos

Esta sesión se desarrolla en trabajo por pares donde los estudiantes asumirán roles

Rol del Experimentador directo: Este sujeto dirige el experimento, él es quien determina los datos experimentales.

Rol de anotador: Este sujeto anota lo que su compañero le dicte como datos; lo hace en escritura braille debido a que serán varios datos. El experimento se hace dos veces para que el estudiante asuma los dos roles

Informe verbal del experimento parte 1

Habiendo observado el montaje experimental: ¿Qué variables consideras que vamos a medir? ¿Cómo serán medidas?

Después de realizar estas preguntas los estudiantes toman los datos tal como se describió anteriormente luego de esto se hace la parte dos del informe experimental.

Informe verbal del experimento parte 2

Para esta parte el estudiante toma la hoja de datos escrita por él mismo (primeramente se pretendió que fuera la de su compañero pero a causa de las diferencias en las formas de escribir de los dos casos se hizo de la otra manera)

¿Cuál fue el tiempo que tardó en recorrer esta distancia? ¿Cuándo tardó el carro de llegar del punto de partida a los 25 cm? ¿A los 50 cm? ¿A los 75? ¿Cuánto tiempo se tardó el carro en total? ¿Cuál fue la distancia recorrida por el móvil?

Luego de esto, y de haber socializado sus datos se pone en contexto una situación para hablar de velocidad y que ellos puedan hacer cálculos de velocidad promedio, se pretende observar si realizan estos cálculos o si la asociación matemática al concepto de velocidad no es muy claro en el caso aún.

Al estar en un carro ¿Cuál es la velocidad de este carro? ¿Qué variables se encuentran contempladas en este valor? Se aclara finalmente que la velocidad de forma escalar es entonces la distancia que recorre un objeto en un determinado tiempo.

Informe verbal experimental parte 3

Con los datos encontrados hallen la velocidad promedio en cada intervalo.

Hallen la velocidad promedio del total del intervalo.

3.4 Instrumentos de recolección de la información

La información fue recogida en su totalidad por medio de videograbación, esto debido a que siguiendo el objetivo general y además retomando el contexto de observación necesario para

experimentar se requiere intentar conocer las nociones del sujeto con respecto a los conceptos de la cinemática: distancia, trayectoria, velocidad, marco de referencia y tiempo; se considera que la noción es una idea intuitiva que no se hace fácilmente evidente en la palabra, siendo relacionadas al movimiento definitivamente se hacen evidentes cuando el sujeto se mueve, cuando ejecuta acciones, las gesticulaciones que realizaban también permitieron saber si las preguntas fueron confusas para ellos, que tan fácil o difícil resultaba una actividad y también que tan motivadora era para ellos lo que también fue importante para el análisis. Los datos que tomaron durante el momento 4 si fueron recolectados por escrito en el sistema braille para identificar como organizaban la información.

CAPITULO 4: DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta la estrategia de análisis de los resultados obtenidos en el trabajo de campo y los hallazgos alcanzados durante la investigación cuyo objetivo Identificar algunos criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para posibilitar los procesos de construcción de conocimiento científico en el caso de la cinemática con estudiantes en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas. Como ya se dijo previamente la información fue recogida en video para facilitar su análisis de uso el software de análisis cualitativo atlas. Ti³ que permitió realizar los cuadros presentados en los anexos. Este software fue elegido por su capacidad de análisis de video ya que resulta importante para la investigación analizar muy bien gesticulaciones y movimientos.

Recordando esto, y además que el experimento se concibe desde tres aspectos como lo son el sistema de medida, los instrumentos de medida y el contexto de observación conformado a su vez por el contexto teórico y los aspectos sensoriales involucrados en el contexto de observación del sujeto, se realiza el análisis a partir de 2 categorías; categoría de aspectos relacionados con la cognición y categoría de aspectos sensoriales. Finalmente se presentan algunos aspectos didácticos relacionados con el uso del experimento en la enseñanza de la cinemática y el informe de laboratorio como son: los roles del sujeto en un grupo de trabajo, la identificación de variables, la toma de datos y el cálculo de variables.

4.1 ASPECTOS COGNITIVOS

4.1.1 NOCIONES ASOCIADAS AL MOVIMIENTO

Para identificar algunas de las nociones que tienen los dos sujetos en relación con algunos conceptos asociados a la cinemática, se realizó un análisis sobre los resultados obtenidos en los dos sujetos durante los momentos 1, 2 y; 3 ya que el objetivo de estos

³ Atlas. Ti es un software para el análisis cualitativo de datos que permite analizar y sistematizar de forma efectiva a los investigadores.

momentos era básicamente identificar cuál es el contexto de observación que tiene el sujeto de acuerdo a las nociones que marcan la teoría cinemática.

4.1.1.1 Noción de trayectoria: Respecto a la noción de trayectoria se pretendía identificar si los sujetos realizaban una representación mental de los diferentes caminos que recorrieron guiados por las fuentes sonoras pero ya en ausencia de éstas, para esto se hizo uso de la actividad 2 del momento 1 parte 1; En el caso de Ada y dado su residuo visual se evidencia que las trayectorias que fueron realizadas, no presentaron mayor dificultad ya que su residuo visual le permite tener una organización espacial llena de estímulos continuos, si bien se evidencia una pérdida de la profundidad lo que afecta su noción de la distancia por lo que este aspecto será tocado más adelante.

El caso que genera mayor interés de análisis en este aspecto es el de Josué, ya que a causa del ejercicio se lograron evidenciar diversos aspectos en relación con su movimiento en el espacio y la representación que puede hacer un sujeto que presenta ceguera congénita. En primera medida las fuentes de sonido le brindan información precisa al estudiante sobre la dirección del punto al cual debe llegar realizándose las trayectorias de forma exitosa si el punto siempre está emitiendo sonido, lo que permitió que él reconociera cuales eran los puntos a los cuales debía llegar, aspecto que coincide con la investigación realizada previamente por García (2012); donde este afirma que para los casos seleccionados en el estudio se evidenciaba que las fuentes sonoras daban una noción de dirección al sujeto; se pretendía que el sujeto además les adjudicara una sensación que le permitiera recordarlos y diferenciarlos (texturas distintas).

No obstante, al quitar las fuentes sonoras el estudiante parece siempre buscar estímulos táctiles que le recuerden estos puntos de llegada, al haber hecho el ejercicio en el patio donde no había riqueza de estímulos táctiles que le permitieran diferenciar los puntos a los cuales debía llegar, se buscaba que el estudiante realizara una representación mental de su trayectoria previa con fuentes de sonido, aspecto que no se evidenció en los recorridos que hizo el estudiante sin las fuentes de sonido. El estudiante si bien recordaba la dirección aproximada en la cual estaba el punto al cual debía llegar no lograba realizar la trayectoria.

Aspecto que se piensa está relacionado con su noción de magnitud (distancia) ya que aparentemente siempre consideraba esta distancia mayor y cuando lograba encontrar los puntos sin la fuente sonora era porque se chocaba con ellos en la mayoría de los intentos y no porque tuviera clara la magnitud que debía caminar para llegar a ellos. (Anexo 4.1)

Esto permite decir que para este caso - parece ser - que no se realiza una representación o un “mapeo” de los caminos recorridos, se puede decir entonces que la noción de trayectoria resulta compleja con esta población debido a su definición como representación geométrica y a la naturaleza visual de la representación geométrica.

4.1.1.2 Noción de Marco de Referencia: Todo lo descrito previamente permite evidenciar que para el caso de Josué parece que no logra descentralizarse como marco de referencia, estando sus descripciones espaciales y temporales totalmente relacionadas con él mismo como punto de referencia central. La actividad titulada: *Marco de referencia y trayectoria desde un punto de referencia diferente al inicial* permitió evidenciar que el sujeto si bien lograba memorizar la posición de algunos puntos y desplazarse entre ellos no realizaba un mapeo lo cual muestra que se encuentra en una organización topológica del espacio ⁴centrada en el mismo como marco de referencia.

De la misma manera cuando se le preguntó a Ada por la ubicación de los puntos usó como referencia su propio cuerpo y no el punto de referencia P0 (Anexo 4.2). Asimismo para este sujeto se evidencia que cuando se realizan las trayectoria desde un punto diferente al que se llamó punto cero los puntos no se encuentran con facilidad, debe buscarlos haciendo uso de la visión y no como una organización especial previa. En el caso de Josué, si bien los puntos de llegada se encontraban a partir de un punto diferente al que se usó primeramente como referencia (punto cero), por ejemplo: Si se le pedía que llegara al punto dos desde el punto uno y no desde el punto cero él lograba realizar la trayectoria a pesar de no haberla realizado con fuentes sonoras, se piensa sin embargo que esto no se da por una

⁴ De acuerdo a Piaget la primera organización que hace el niño del espacio es topológica, es decir basada en correspondencias cualitativas y bicontinuas como: cerca, lejos, izquierda y derecha; referenciando así otros puntos del espacio con respecto a su posición; difiere de la euclidiana en la cual se organiza el espacio por medio de medidas y representaciones geométricas.

externalización de sí mismo como marco de referencia dada la dificultad de realizar la trayectoria, si no por una noción de dirección y una buena memoria en él (aspecto que se afirma como resultado del acompañamiento realizado durante dos años de forma constante a estos estudiantes) que le permitía recordar las trayectorias que realizó durante la exploración guiado por el maestro. Dado esto se puede pensar para el caso de Ada que se encuentra en una centralización en sí misma como marco de referencia a pesar de su residuo visual e igualmente para el caso de Josué se evidencia una construcción topológica del espacio en la que está centrado en sí mismo como marco de referencia (Anexo 4.1) según lo propuesto por Holloway retomando a Piaget.

4.1.1.3 Noción de Distancia : Siguiendo con la idea anterior se evidencia que las trayectorias realizadas en el caso de Josué en ausencia de fuente sonora se ven asociadas a su noción de distancia ya que -aparentemente -él no logró identificar los caminos recorridos con la fuente de sonido a causa de una ausencia de esta noción al menos de forma cuantitativa, se dice esto ya que en la actividad llamada : *Noción de distancia y línea recta del momento 1* el sujeto generalmente encontraba los puntos porque chocaba con ellos pero no porque anticipara que iban a estar aquí, por otra parte cuando realizaba ciertas trayectorias parecía y no se daba este “choque” con el poste que representaba el punto el sujeto tendía a caminar en la misma dirección pero muy lejos del punto. (Anexo 4.1)

Este aspecto conlleva a pensar que el estudio de la distancia como magnitud requiere de mayor investigación con esta población, ya que se considera que este hace parte también de una representación de los caminos recorridos, aspecto que en el individuo presenta demasiada dificultad - por lo menos en la experiencia realizada- ; lo que se puede pensar por lo menos de manera hipotética es que la distancia representa una forma visual de entender los recorridos ya que el sujeto vidente observa un punto de salida y un punto de llegada al tiempo y puede determinar una magnitud aproximada; en tanto el sujeto ciego no tiene esta sensación continua del espacio, la única sensación que le permitiría medir la magnitud es su propio movimiento que está afectado por otra variable como es la velocidad, por ende su determinación de la distancia estará muy asociada al tiempo que tarda en recorrer un camino,

no obstante se considera que se debe realizar mayor investigación en este aspecto para apoyar esta hipótesis por lo cual se considera interesante para un próximo proyecto.

En el caso de Ada y dado su residuo visual no representa mayor interés investigativo para el objetivo del proyecto, si se evidencia una noción de magnitud en la mayoría de los recorridos ya que suele anticipar la ubicación de los puntos claramente porque logra verlos.

4.1.1.3.1 Noción de Línea Recta

En cuanto a la noción de línea recta se presentan diversas situaciones que requieren de análisis, en el caso de Josué al recibir el estímulo sonoro el estudiante seguía trayectorias aproximadamente rectas para llegar al punto, no obstante se piensa que esto está más relacionado con la idea de dirección que le daba la fuente sonora que con una idea de magnitud y de un camino más corto.

En tanto a la idea de un camino más corto se realizaron diversas trayectorias para llegar del punto cero al punto 2 pasando por los diferentes puntos, de acuerdo a las respuestas de Josué el trayecto más corto fue pasar por 4 por 5 para llegar a dos se considera que definitivamente su percepción del camino más corto está relacionada con la facilidad de identificar el punto ya que dirigirse en línea recta de 0 a 2 directamente siempre representó un alto grado de dificultad para él; por ende la percepción de menor distancia en Josué está relacionada con las sensaciones táctiles y auditivas que le brinda la trayectoria para llegar al punto, ya que el camino elegido por él como el más corto tenía dos puntos intermedios que le sirvieron como estímulo para llegar al punto dos, por otra parte esto también puede estar relacionado con su idea de continuidad en la trayectoria ya que de acuerdo a su respuesta el consideraba que este camino era el más corto para llegar al punto porque los puntos 4 y 5 estaban cerca a este, sin notar la distancia de estos al punto de salida, aspecto en el que también coincide Ada ya que de acuerdo a su respuesta este camino es el más corto puesto que los puntos 4 y 5 están cercanos.

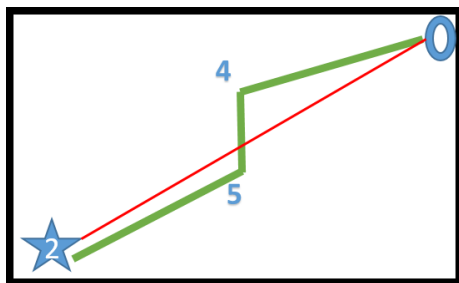


Fig. 7 Se presenta en verde el camino escogido por Josué como el más corto, en rojo el resultado esperado.

Se considera que esto se da –quizás– también porque el estudiante no logra descentralizarse de sí mismo al realizar las trayectorias por lo que piensa que al estar los puntos 4 y 5 cerca de 2 la trayectoria es menor ya que estos puntos están cerca entre ellos y no considera la distancia desde el punto cero al punto 4 ya que definitivamente no realiza un mapeo continuo de su trayectoria sino que se piensa una nueva trayectoria cada vez que llega a una de las señales táctiles (postes), evidenciándose que estos puntos son su referencia y no se logra descentralizar de ella. En el caso de Ada y presentándose dificultad para encontrar el punto dos de forma directa (del punto cero al punto 2) se observa nuevamente que la trayectoria que para ella es la más corta está definitivamente asociada a las señales que le permiten ubicar el punto dos con facilidad. Esto permite decir que tal vez su asociación de menor distancia está relacionada con las señales que le brinda el entorno y no con una noción de magnitud lo que permite apoyar un poco la hipótesis descrita en el punto anterior referida a la idea de distancia en los sujetos ciegos.

4.1.1.4 Noción de Tiempo

Los insumos de información que permiten dar algunos de los análisis a describir con relación a la noción de tiempo en el sujeto ciego se refieren al momento dos del trabajo de campo, en primera medida y con relación a lo que se entiende como el tiempo en relación a un cambio, se buscaba identificar si el sujeto tiene esta primera noción de cambio, la noción de cambio del día y la noche; posteriormente se pretendía poner en contexto algunos cambios evidenciables en el sujeto como lo son los cambios en el mismo; y finalmente se pretendía identificar si el caso tenía una percepción de la duración de eventos y si lograba compararlos (aspecto que será discutido más adelante con relación a la medición cualitativa); y finalmente se pretendía identificar si por medio de la medida que se realizó del tiempo el estudiante

lograba asociar este evento usado para la medida con un cambio de posición para lo cual tuvo contacto con el instrumento de caída de la gota de agua (gotero con una bolsa de agua).

En los dos casos se evidencia una noción del día y la noche dada por el estímulo lumínico (en ambos casos existen una percepción de luz que les permite identificar si es de día o de noche) (anexo 4.3), son desconocidas para la presente investigación las razones fisiológicas que podrían permitir este fenómeno perceptual de la luz en la ceguera congénita. En tanto a los cambios en ellos mismos logran evidenciar que el paso del tiempo es un cambio en ellos mismos, en su físico, su personalidad y demás (anexo 4.3), esto permite decir que en el sujeto ciego si existe una noción de cambio bien sea dada por el mundo externo a él o por los cambios que el mismo experimenta con respecto a su cuerpo.

En cuanto a la duración de los eventos se evidencia que los dos casos tienen esta asociación de tiempo en el que inicia y termina un evento; por lo que se podría decir que tienen noción de duración, el aspecto de comparar las duraciones será estudiado en la subcategoría de la medida como comparación.

En tanto al patrón de medida del tiempo como un cambio de posición se evidencian algunas dificultades en los dos casos para identificar cual era el cambio de posición que estaba ocurriendo para medir el tiempo en el caso de la gota de agua, si bien ya se les había relatado que los relojes tendían a construirse en relación a un cambio de posición sus respuestas sobre lo que cambiaba no fueron tan evidentes; en el caso de Josué su respuesta finalmente da idea sobre la posición previa del agua y la posición final; no obstante la trayectoria de la gota de agua no alcanza a ser percibido por ningún canal sensorial; en el caso de Ada la respuesta igualmente no fue tan inmediata (anexo 4.3) Evidenciándose así en los dos casos estudiados cierta dificultad para definir la medida del tiempo como un cambio de posición, se considera que esto quizás se deba al carácter visual de las trayectorias definidas para medir el tiempo como el movimiento del péndulo, del sol, o de las manecillas del reloj; lo cual puede ser objeto de investigaciones futuras.

4.1.1.5 Noción de Velocidad

Para presentar el siguiente análisis y discusión de resultados con respecto a la noción de velocidad se utilizaran las actividades presentadas en el momento 3 del diseño metodológico del trabajo de campo, en la actividad donde se pretendía reproducir un experimento de Piaget con los túneles para identificar si el sujeto lograba hacer una asociación de la velocidad con la distancia recorrida pensándose sobre un objeto externo a él; en el caso de Ada la respuesta fue inmediata “El que iba por el túnel más largo iba más rápido” (anexo 4.4) evidenciándose que el sujeto si alcanza a tener una noción de la rapidez como una relación entre la distancia y el tiempo aspecto que de acuerdo a Piaget se logra en la etapa de operaciones concretas (7 a 12 años) por lo que esta estudiante y para esta actividad –parece- estar acorde con la teoría piagetiana.

En tanto el caso de Josué primero se afirma que los carros llegan a la salida del túnel al tiempo porque tienen la misma velocidad (Anexo 4.4), al ver que él no lograba comprender la situación se usó un ejemplo con el mismo y una compañera en el cual se le dijo que si hacían un recorrido del pasillo y su compañera llegaba a la mitad del pasillo en el mismo instante en el que el completaba la totalidad del pasillo por qué podía suceder eso, en este caso si logró asociarlo a la velocidad con la que va cada uno, cuando se retoma al ejercicio propuesto por Piaget afirma primeramente que este aspecto depende del camino y de la velocidad de los carros (Anexo 4.4) Notándose –aparentemente- una ausencia en la relación distancia tiempo para este ejercicio ya que su respuesta primeramente no está asociada a la distancia y cuando logra asociarla a la distancia la desasocia del tiempo.

Esto permite decir que en el caso de Josué y siguiendo la teoría Piagetiana aparentemente se encuentra un desfase ya que primeramente no logra descentralizarse de sí mismo pues su asociación a la velocidad se dio por el ejercicio hecho en relación a su propio movimiento y no en relación al movimiento del objeto externo y por otro lado porque de acuerdo a su edad esta asociación debería realizarse de forma evidente lo cual para este caso no se logra.

En tanto en la actividad 2 se pretendía identificar si el caso lograba asociar la velocidad con el tiempo que duraba en recorrer una distancia, es decir en el primer ejercicio se variaba la distancia y en este se decidió variar el tiempo. En los dos casos se evidencia una

asociación a la velocidad a la pregunta de por qué si la distancia era la misma se tardaban tiempos diferentes, se considera que esto se debe a que ellos mismos realizaron el ejercicio y por ende sabían que su rapidez fue distinta en los diferentes intentos (Anexo 4.4); si se procede entonces a comparar los dos ejercicios es de notar que en el caso de Josué parece ser que el ejercicio se realiza con facilidad, si se refiere a su movimiento la relación entre distancia y tiempo se da casi que de forma natural; en tanto si se refiere a esta relación con respecto al movimiento de otros cuerpos no se evidencio de forma espontánea, por ende se dice que nuevamente Josué no logra descentralizarse de sí mismo encontrándose desde una perspectiva topológica su organización del espacio.

4.1.2 Acerca del Pensamiento Métrico

4.1.2.1 Comparación cualitativa:

Recordando que el proceso de medición es una comparación bien sea de carácter cualitativo o cuantitativo, se procederá a analizar los resultados obtenidos en los momentos llamados *noción de magnitud y medida y medida del tiempo* del trabajo de campo realizado donde se pretendía observar si el sujeto realizaba esta comparación primeramente de forma cualitativa y posteriormente de forma cuantitativa.

Al realizar la actividad de la construcción del edificio con los bloques se evidenció que los dos sujetos comparaban la altura de los dos edificios usando sus manos (de forma cualitativa) lo que permite decir que para el caso de Ada y Josué si existe una noción de medida como comparación cualitativa. (Anexo 4.5)

Sin embargo en el caso de Ada probablemente a causa de su residuo visual ella primero compara de forma visual, con lo cual no lograba realizar el ejercicio de forma correcta a pesar de que ella consideraba que si lo hacía. Esto puede deberse a que el residuo visual de Ada no da muestras de aspectos finos como la forma o diferencias de pocos cm, pudiéndose decir que ella primeramente los veía idénticos, al comparar con sus dos manos la estudiante lograba notar que no estaban iguales, no obstante al final realizo el ejercicio de forma incorrecta (anexo 4.5) aunque de acuerdo a ella se había logrado el fin que era construir

dos edificios de tamaño igual lo cual demuestra la preponderancia que tiene en este caso el residuo visual.

En cuanto a la medida del tiempo En el momento *titulado noción de duración* se pretendía observar por medio del ejercicio de las grabaciones si el caso lograba tener cierta duración de la percepción de dos eventos diferentes y lograba establecer una comparación; se evidencio que los dos sujetos (para las grabaciones de las tormentas eléctricas) lograban realizar esta comparación y establecían que un evento había durado más que el otro afirmando que la tormenta dos duraba más que la tormenta 1 (anexo 4.6) Al cuestionárseles por qué lo sabían la respuesta estaba asociada a su percepción No obstante, en el caso de Josué llama la atención que a la pregunta de ¿Cuánto más duro la tormenta dos? Le asocio una duración de 20 minutos más cuando en realidad su duración era apenas de dos minutos más, se cree que esto puede estar asociado a que esta tormenta no fue de su agrado ya que en la anterior tormenta mostraba expresiones de agrado frente a los eventos sonoros (truenos) en tanto la otra aparentemente le pareció aburrida. Este aspecto se repitió de nuevo cuando se le presentaron las canciones; estas tenían una duración igual y Ada logró coincidir en este aspecto (anexo 4.6) en tanto Josué señalo que la duración de la canción dos era mayor en 40 minutos a la otra. De nuevo la canción que consideró tan larga (40 minutos) en realidad duraba cuatro y puede estar relacionado con que esta canción no fue de su agrado como la otra ya que él señalo que la música clásica no era de su agrado. Es importante señalar que este carácter subjetivo del tiempo también se presenta en los videntes ya que de acuerdo a Mach (1987) la percepción del tiempo está asociada al agrado o interés que nos genera una actividad. No obstante se considera que este aspecto también podría estar relacionado con el patrón de medida “minuto” y la significación que tiene para este sujeto, ya que usualmente la relación con los patrones (segundo, minuto y hora) viene dada por la relación con el reloj de manecillas y la distancia que recorre cada manecilla, por lo que se considera que la medida del tiempo y sus patrones de medida en el sistema de unidades podría ser un aspecto interesante de investigación en futuros proyectos.

4.1.2.2 Patrones e instrumentos de medida

En esta subcategoría se pretendía observar qué patrón de medida tiene mayor significación para el sujeto ciego dada su condición sensorial; esto mediante la actividad de *medición de la pared*) y la actividad de *medida del tiempo* para así reconocer el instrumento de medida que cobró mayor sentido en el ejercicio para los dos individuos.

La Actividad de medir la pared, usando los pasos, las manos y posteriormente la barra de madera con medida de 1 metro, permitió evidenciar que para el caso de Josué (de acuerdo a sus respuestas y a la facilidad que mostro en la realización del ejercicio) el patrón de medida que tuvo mayor significación para él fue cuando el instrumento de medida era el mismo (pasos y manos) (anexo 4.7) Se puede evidenciar que definitivamente el ejercicio de medir la longitud de la pared con las manos tuvo una significación mayor ya que podía tocar el objeto a medir mientras realizaba la medida, aspecto que también se da con los pasos. No obstante cuando realiza la medida con las manos se evidencia una falta de regularidad en los movimientos del estudiante como se muestra en el anexo. Se piensa que esto se debe a una ausencia de la noción de medida de la longitud como una repetición de un patrón ya que pareciese que él no estuviera asociando lo que hace a la idea de cuantas manos cubren la pared.

En tanto la medida con el metro se evidenció gran dificultad en comparación al caso de Ada ya que

- En primer lugar no lograba identificar cual era la posición del metro para medir la pared, poniéndolo primero de forma vertical como si quisiera medir la altura.
- Cuando se le solicitó realizar la medida, lo que Josué realizó fue un movimiento del metro como si estuviera realizando el mismo ejercicio que realizó con sus manos.
- Cuando se le dió la indicación el estudiante mostró dificultad con la ubicación del metro en el punto medio de la pared (sin una base) ubicándolo a diferentes ángulos, lo que definitivamente variaba la medida.
- Cuando Josué realizó la medida contra el suelo si bien el ejercicio mejoró de forma significativa en ocasiones se evidencia que mueve el metro como si estuviera realizando el ejercicio con las manos (Anexo 4.7)

Para el caso de Ada, al solicitarse hacer el mismo ejercicio, sin recibir ninguna indicación lo hizo de forma continua; realizando una comparación entre el tamaño del metro y el tamaño de la pared.

De esto se puede pensar que para el caso de Josué, el instrumento de medida que más sentido cobró fue aquel en el que él mismo era el instrumento de medida y cuyos patrones estaban relacionados con su cuerpo, (manos y pasos). Esto de nuevo relacionado con su construcción topológica del mundo centrada en sí mismo, apoyando de esta manera estudios anteriores donde se afirma que los niños ciegos no siguen las etapas de Piaget en su construcción del espacio (García, 2015) , Se evidencia que resulta difícil para el niño descentralizarse de sí mismo y, por ende, usar un patrón de medida externo a él mismo; en el caso de Ada, no se evidencia esta dificultad durante el desarrollo del ejercicio; no obstante, al revisar los resultados de la actividad donde debían reproducir el edificio modelo resulta evidente que ninguno de los dos casos logró descentralizarse de sí mismos como instrumento de medida ya que en ninguno de los dos casos se utilizó la regla para comparar los tamaños del edificio modelo y el de los bloques, sino que se quedó en el tanteo con sus manos. Aunque si se pueden evidenciar dos diferencias en este aspecto: para el caso de Josué esté usó la regla para medir el edificio pero no realizó ninguna actividad con esta, identificó en la regla un instrumento de medida pero realmente no hizo ningún ejercicio de comparación, cosa que si hizo con sus manos. En el otro caso, Ada no identifico la regla como un instrumento de medida para el ejercicio que iba a permitirle comparar las dos longitudes sino como un instrumento para construir el edificio. (Anexo 4.5) Aspecto que permite decir nuevamente que no logran descentralizarse de sí mismos como instrumento de medida en ninguno de los dos casos.

Respecto a la medida del tiempo se retoma el resultado antes descrito en la subcategoría anterior donde se señalaba que el patrón de medida del tiempo “minuto” tenía una significación en el caso de Josué que resultaba compleja de identificar a causa de mayor profundidad en la investigación, ya que a eventos de duraciones de 2 minutos (diferencia entre las tormentas) y 3 minutos les asocio una duración de veinte y cuarenta minutos respectivamente, no obstante a la canción presentada con duración de 3 minutos les asocio

una duración de 3 minutos lo cual puede estar relacionado con que esta canción fue de su agrado ya que manifestó que el género musical era de su agrado; con esto se puede decir que el estudiante esta nuevamente centrado en sí mismo y a eventos sonoros que le generan agrado les asigna una duración temporal corta en tanto a los eventos que no resultan tan agradables para él por razones personales les adjudica una duración más larga. (Anexo 4.6)

En tanto el caso de Ada, su medida y la asociación al patrón de minutos que realizó no presenta mayor alteración a la duración real de los eventos ya que en el primer ejercicio manifestó que la diferencia entre las tormentas fue de dos minutos y que la de las canciones fue la misma. Pudiéndose decir que para este caso sí se evidencia una mayor descentralización en la medida del tiempo, ya que a pesar de que nuevamente una canción fue de mayor agrado para ella que la otra pudo separar su sensación de agrado o desagrado de su sensación temporal de los eventos. (Anexo 4.6)

Ahora se procederá a definir algunos de los aspectos que rodearon el proceso de medida del tiempo por medio de un evento sonoro periódico con el sujeto ciego. En cuanto a la palabra periódico resulta complejo asociarla a una sensación ya que para los dos casos estaba más asociada a algo cosificado (un periódico, una revista) (anexo 4.8). En la respuesta de Josué sin embargo se logra evidenciar que logra asociarla a una sensación de temporalidad que además es repetitiva con las palabras “concurridamente, seguidamente” En tanto que en el caso de Ada si bien se asoció a una sensación de temporalidad no se evidencio una asociación a esta idea de repetición periódica de tiempo. (Anexo 4.8)

En relación con la sensación periódica que se realizó por medio de la caída de la gota de agua, en el caso de Josué, al realizarla con la mano se evidenció que por medio de este fenómeno logró tener una sensación periódica de acuerdo a sus respuestas. En el caso de Ada la sensación al ser auditiva generó ciertas diferencias de tiempo de acuerdo a sus respuestas (anexo 4.8), pero en general la sensación también logró ser periódica de forma auditiva o táctil. No obstante, si bien el goteo resultó ser un patrón de medida periódico perceptible para los dos casos, la medida del tiempo de esta manera resulta ser agotadora para el sujeto ya que debe contar unidad por unidad el paso del tiempo en tanto que los videntes solo toman

en cuenta el momento inicial y el momento final siendo así el patrón de medida de gran dificultad para medir eventos de larga duración, por ende se considera que se deben desarrollar investigaciones sobre eventos periódicos relacionados con la configuración del mundo de acuerdo a las capacidades sensoriales del sujeto ciego ya que los eventos periódicos asociados al movimiento que permiten la construcción de relojes (Movimiento del péndulo, por solo mencionar un ejemplo) se refieren básicamente a cambios de movimiento que resultan ser totalmente visuales.

4.2 ASPECTOS SENSORIALES

4.2.1 La sensación auditiva en el sujeto ciego y la cinemática.

Acerca de la sensación auditiva y la organización del movimiento que puede hacer el sujeto ciego con ella se pueden resaltar varios aspectos evidenciados en el trabajo de campo; primeramente y referido al momento 1 se puede decir que en el caso de Josué y dada su ceguera congénita las fuentes de sonido le permiten de forma efectiva dar noción de la dirección de un punto en el espacio, se dice esto ya que en el ejercicio Josué lograba llegar a los puntos de una forma en la cual no se evidenciaba dificultad, la posición que toma su cuerpo y particularmente su cabeza (anexo 4.9) permite afirmar que es el sonido permanente de la fuente el que le permite llegar al punto ya que el caso no deja de tener esta posición de su cabeza hasta que está muy próximo al punto y se dispone ya por exploración táctil a encontrarlo; se considera que esto también puede estar asociado a que es justamente la sensación auditiva la que le da al sujeto ciego una noción de permanencia de un punto en el espacio a diferencia del sentido táctil; por ende se puede decir que la sustancialidad del objeto para la persona ciega basándose en este caso está relacionada con la sensación auditiva.

Por otra parte y refiriéndose a la noción de distancia, se podría pensar que la frecuencia relativa de un objeto en movimiento relativo que emite un sonido permitiría dar una noción de la distancia del objeto, sin embargo en este ejercicio con el caso de Josué pareciese que la fuente sonora no le da una noción de distancia más allá del cerca o lejos puesto que tiene que estar escuchando el sonido de forma constante para llegar al punto aspecto que se evidencia como ya se dijo previamente en la posición girada de su cabeza y además porque al realizar las trayectorias sin sonido se evidencia que el ejercicio con las

fuentes de sonido no le dio idea de las distancias que debía recorrer para llegar al punto; aspecto que ya se mencionó previamente en los apartados anteriores de esta capítulo. En el caso de Ada no se realiza mayor profundización al respecto ya que su residuo visual le da noción de la existencia de los puntos gracias a las señales visuales (postes) que se ubicaron allí.

4.2.2 La sensación háptica en el sujeto ciego y la cinemática.

Acerca de la sensación háptica y la organización que hace con ella sobre el movimiento el sujeto ciego se pueden rescatar muchos aspectos observados durante la presente investigación; en primera medida se piensa y sustentado en trabajos anteriores cuyas conclusiones están relacionadas con la construcción topológica que hacen los sujetos ciegos del espacio (García, 2014) lleva a pensar que es su propio movimiento el que le brinda al sujeto ciego un contexto de observación para enfrentarse al estudio del movimiento. Por ende es su propio movimiento el que le brinda las nociones presentadas previamente; en cuanto a la idea de velocidad como relación de distancia y tiempo se considera que su propio movimiento es el que permite que tenga esta noción ya que definitivamente está muy relacionada con su experiencia, al respecto se puede evidenciar que en el apartado donde se describió esta noción en el caso; para Josué era mucho más fácil relacionarla con su propio movimiento que con el movimiento de cuerpos externos a él, esto en cuanto al sentido kinestésico referido al sistema háptico. Con respecto a la noción de distancia y la sensación de movimiento propio resulta poco evidente, como ya se describió previamente debido a que esta noción separada de la idea de tiempo en el sujeto ciego no resulta tan clara; el movimiento definitivamente la relaciona con la velocidad rescatándose nuevamente lo descrito en los apartados anteriores.

Refiriéndose a la información táctil teniendo como órgano explorador la mano, se observa que esta sensación tiene un papel muy importante en la organización que hace el sujeto de su ambiente sirviéndole los estímulos táctiles como puntos de referencia; esto se evidencia en la actividad titulada *noción de trayectoria y marco de referencia* cuando se realizó una prueba piloto y posteriormente la sesión que ha servido de análisis de información hasta el momento, como ya se ha mencionado previamente Josué tuvo una evidente dificultad

en encontrar las señales táctiles que eran los postes con diferentes texturas por lo que en las dos sesiones optó por buscar señales externas del ambiente con sus manos, por ejemplo: en la prueba piloto tuvo gran dificultad en encontrar el punto cinco por lo que decidió valerse de un extintor que estaba paralelo al punto; Josué llegaba primero a este extintor y posteriormente se desplazaba al punto. (Anexo 4.10) se evidencio este aspecto en otras trayectorias como se muestra en el anexo y en la construcción espacial que el hacía por medio del bastón y tocando las paredes; se evidencia entonces que para este caso la mano funciona como órgano exploratorio por excelencia que le brinda al estudiante información para la construcción de su entorno. En el caso de Ada se evidencia poco interés por la exploración táctil a causa de su resto visual nuevamente.

4.3 EL TRABAJO EXPERIMENTAL Y ELSUJETO CIEGO

En esta categoría se presentan algunas ideas de lo que implica desarrollar un experimento para un sujeto en condición de ceguera, para esto se tomarán como insumos los resultados del momento titulado trabajo experimental presentado en el diseño metodológico; se aclara que esto es una primera aproximación ya que el trabajo se centró principalmente en el estudio del contexto de observación de los casos que presentan ceguera.

4.3.1 Trabajo en grupo.

Se considera que la gran mayoría de trabajo experimental que se realiza en el aula se realiza por grupos de trabajo; generalmente se asumen algunos roles, para el caso del experimento diseñado se presentaron tres roles que se describirán a continuación.

4.3.1.1 Rol de Experimentador en el montaje propuesto.

En este rol el estudiante debía manipular el montaje experimental y hacer mover el móvil presentado por medio de un hilo, esto ya que como ya se dijo previamente dado que se tiene como hipótesis que para el sujeto ciego es muy difícil hablar del movimiento de otros cuerpos externos a él mismo, en este caso se considera que como él es quien mueve el cuerpo se torna más significativo en él. Ya que solo se contó con la participación de dos casos este rol lo tomó el estudiante que estaba tomando los datos del tiempo por medio del tic sonoro, hacer estas dos actividades al tiempo resultó de gran dificultad para los dos casos ya que además debían identificar el pulso sonoro que marcaba cada intervalo de 25 cm de distancia, se

realizaron dos intentos con cada caso pero al evidenciar que el estudiante no lograba realizar las dos actividades de forma paralela; no obstante en los intentos realizados se evidencio que fue fácil para él identificar los intervalos de distancia gracias al pulso sonoro dado por las fotorresistencias y las bobinas, esto dado por la exploración previa que realizo del montaje. (Anexo 4.11) Lo cual permite decir que definitivamente la exploración táctil y la riqueza táctil del montaje es determinante para que el estudiante le encuentre algo de sentido al ejercicio experimental.

4.3.1.2 Rol de Tomador de Datos en el montaje propuesto.

En este rol el estudiante debía tomar el tiempo por medio del tic sonoro por lo que debía contar tic por tic cuando segundos tardaba el móvil en recorrer la distancia determinada, se evidenció que el estudiante debía tener un alto grado de concentración puesto que las dos señales (distancia y tiempo) eran recibidas por él por medio de un estímulo sonoro; en el caso de Ada se evidencio facilidad en la toma de los datos, se considera que es a causa de su perfil puesto que la estudiante durante la práctica siempre ha mostrado un alto grado de concentración para la realización de actividades, en el caso de Josué ocurrió lo opuesto, se evidencio que él realmente no contaba los tics sonoros y decía cualquier número que se le ocurría se piensa que es porque esta actividad no resultaba estimulante para él debido a que es muy monótona, se desconoce si su conducta también se debe a la ausencia de hábitos que le permitan desarrollar capacidad de concentración o es producto de su condición sensorial.

4.3.1.3 Rol de Anotador de Datos en el montaje propuesto.

En este rol el estudiante debía escribir los datos que tomaba su compañero en braille de la forma que el considerase le permitiera retomarlos después; en el caso de Ada no se presentó dificultad, ella tomó los datos de la forma que se muestra en el anexo 4.13 en el caso de Josué se evidencio gran dificultad en la toma de datos lo cual se muestra en su hoja de resultados (anexo 4.14) se considera que esto se debe a que en el primer caso la estudiante siempre ha manifestado gran facilidad y destreza en la escritura braille en tanto el perfil del segundo caso este aspecto ha presentado gran dificultad, lo cual queda evidenciado en que él no logra escribir al ritmo en el que se los dicta su compañera de grupo; se piensa que el éxito en la toma de datos está marcado entonces por la facilidad que tenga en la escritura el sujeto

y por ende se considera que deben buscarse otras formas de tomar datos con los sujetos que no demuestran habilidad en el manejo de la escritura.

4.3.2 Informe experimental.

El informe experimental se realizó de forma oral dado que se evidencio la dificultad en la escritura braille para uno de los casos, se pretendía reconocer si ellos identificaban variables, tomaban datos y si eran capaces de obtener nuevos valores a partir de los valores tomados (hallar velocidades promedio en función de las distancias y tiempos tomados) La transcripción del informe se encuentra en el anexo 4.13.

4.3.2.1 Identificación de Variables

En cuanto a la identificación de variables el hecho de que las dos señales (desplazamiento del móvil y tiempo) fueran sonoras pareció confundirlos, ya que según Ada “Cada sonido del reloj me marcaba un centímetro, 25 centímetros” y según Josué “La distancia la medimos según lo que me marcaba el pulso del reloj” es decir no lograron asociar el sonido de la bobina que era muy distinta a la del reloj como una señal de que el móvil se desplazaba. Siempre terminaban asociando el movimiento al tiempo, es decir que si pasaba el tiempo el móvil se movía. Finalmente debido a la intervención estuvieron de acuerdo en que cada señal de la bobina significaría un desplazamiento de 25 cm. Se considera que para realizar este tipo de experimentos la señal del sonido que permite identificar el paso del móvil por ciertos puntos es bastante asertiva pero combinado con que el tiempo es una señal sonora a la cual definitivamente prestaron más atención porque debían contar tic por tic resulta poco estimulante para el estudiante ya que lo confunde, de nuevo se piensa que la medida del tiempo debe ser dada por otro evento en el cual los estudiantes puedan tener la misma facilidad de los videntes de solo tomar el tiempo inicial y el tiempo final, tal vez con cronómetros parlantes aunque como ya se dijo previamente el problema a profundidad es el de los eventos periódicos asociados al movimiento y su carácter visual.

4.3.2.2 Toma de Datos

Lo descrito anteriormente en la subcategoría del rol de anotador muestra que para la toma de datos en Braille la escritura debe estar estimulada en los sujetos aspecto que de acuerdo a la observación realizada durante dos años al proyecto de inclusión requiere trabajo

independiente del estudiante apoyado por su familia o por servicios de tiflogía particulares. Se piensa que para los estudiantes que no presentan esta destreza los datos pueden ser tomados por grabación de voz. Por otra parte se enfatiza en que los estudiantes tomen los datos de acuerdo a sus propios criterios y no por criterios establecidos por modelos de guías como la típica tabla de datos ya que la organización de datos por tablas o gráficas resulta ser de carácter exclusivamente visual y es un aspecto realmente difícil de ejecutar en el sistema de escritura braille, en el anexo se muestra que para Ada fue sencillo identificar los datos en su hoja sin necesidad de estas estrategias de organización de información que como ya se dijo son visuales. (Anexo 4.13) en el caso de Josué como ya se dijo debido a la dificultad en la escritura su hoja de datos no muestra una organización de estos. (Anexo 4.14)

4.3.2.3 Realización de cálculos matemáticos.

En cuanto a este aspecto cabe señalar que Josué al no realizar una toma efectiva de datos no pudo realizar ningún hallazgo de velocidades promedios, en el caso de Ada al poner la situación en contexto ella identificó que debía realizar una división, no obstante al realizar el primer intento, cómo se explicó previamente el estudiante tomaba el tiempo cada intervalo de 25 cm, ella primeramente hizo el cálculo con los datos tal como los tenía anotados, es decir con valores para la distancia de 25 cm luego de 50 cm y luego de 75 cm (anexo 8) al notar esto se intervino para explicarle que los tiempos que había tomado eran para intervalos de 25 cm ya que iniciaba a tomar el tiempo cada vez que sonaba la bobina, la estudiante no presentó mayor dificultad en este aspecto. En el caso de Josué el no logro asociar los datos de la distancia y los datos del tiempo para hallar velocidades promedios, siempre manifestó no entender la instrucción; se podría pensar que la discrepancia en los dos casos se da por la diferencia de grado escolar si bien ambos casos están en una edad cognitiva similar, por otra parte el perfil de Josué se manifiesta disperso en tanto el caso de Ada se presenta un alto nivel de concentración, intervienen muchos otros factores como su estado motivacional, su nivel de abstracción para trabajar con lenguaje matemático y su interés en la actividad; aspectos en los que no se centró la investigación y que por ende no serán analizados. Dado

esto se piensa que la intervención docente en la realización del informe experimental para esta población particularmente resulta imprescindible ya que la toma de datos muchas veces puede resultar tediosa y confusa para los estudiantes que presentan ceguera y por ende la realización de cálculos puede ser así mismo confusa para ellos, aspecto que no difiere mucho de la población vidente, se piensa que el experimento requiere un acompañamiento que permita ubicar al estudiante en una intención de observación clara.

CONCLUSIONES

Acerca de los criterios didácticos a tener en cuenta cuando se diseñan experimentos para posibilitar los procesos de construcción de conocimiento científico en el caso de la cinemática con estudiantes en condición de diversidad funcional visual que asisten a las aulas inclusivas, se recomienda que para diseñar un experimento se tengan en cuenta los siguientes criterios:

- Es necesario conocer el contexto de observación que tiene el sujeto en relación al contexto teórico en el que se enmarca el experimento por ende es preciso realizar un trabajo didáctico previo que permita identificar las nociones con respecto a la cinemática que poseen los estudiantes y además identificar sus perfiles sensoriales.

En cuanto a las nociones -para los dos casos estudiados- que permiten reconocer el contexto de observación de personas en condición de diversidad funcional visual se puede inferir que:

- El concepto de trayectoria como una representación geométrica de los caminos recorridos por un objeto no es comprensible para los dos casos estudiados, ya que aparentemente no se realiza una representación mental u organización mental de las trayectorias recorridas y de los puntos de referencia en el espacio.
- El concepto de distancia es probablemente el causante de que no se realice esta representación mental de los caminos recorridos (trayectoria), ya que de acuerdo a las experiencias realizadas con el sujeto que presentaba ceguera congénita, esta noción no está desarrollada de forma cuantitativa (medida aproximada de los caminos realizados) sino que se desarrolla de una forma topológica (cerca y lejos) en el sujeto ciego, se considera que esta noción no hace parte de su experiencia sensorial.
- La noción de Tiempo –aparentemente- y de acuerdo a los casos estudiados no presenta mayores diferencias con los videntes en cuanto a las nociones de cambio y duración; los sujetos ciegos parecen tener estas dos nociones, sin embargo se necesita mayor investigación en este aspecto para identificar los eventos que resultan mayormente significativos para ellos en cuanto a la idea de cambio.

- La noción de velocidad parece ser fácilmente asociada a una relación entre la distancia y el tiempo por los sujetos ciegos en tanto el movimiento que se esté estudiando sea su propio movimiento; cuando el movimiento es de otro cuerpo la relación no resulta tan evidente.
- Finalmente en cuanto a la noción de marco de referencia el trabajo desarrollado con estos casos permite afirmar que en ellos predomina el pensamiento topológico.

En el contexto teórico seleccionado, el sistema de medidas está conformado por la medida de la longitud y el tiempo; al respecto se señala que:

- Los sujetos ciegos – de acuerdo a los casos estudiados – si poseen una noción de comparación con respecto a estas variables pero el ejercicio investigativo permite decir que solo lo hacen de forma cualitativa sin lograr desarrollar una noción cuantitativa de comparación con un patrón de medida evidente para la investigación.
- Al predominar una construcción topológica del espacio, el sujeto ciego aparentemente le da mayor sentido a la medida de longitud cuyo instrumento de medición es el mismo (medidas de pies, pasos, manos) por lo que se considera que el trabajo de medición en el experimento debe ser iniciado desde este instrumento (su propio cuerpo). Sin embargo se considera que se deben desarrollar investigaciones centradas en el pensamiento métrico del sujeto ciego para llegar a hablar de un sistema de medida desde su configuración del mundo.
- La comparación de duraciones para los sujetos estudiados resulta similar a la de sujetos videntes, no obstante la medida del tiempo, al tener como patrón de medición un evento periódico de cambio de movimiento, requiere mayor investigación para encontrar una forma de medir el cambio que sea perceptible para el sujeto ciego ya que se evidencia que el evento seleccionado en el trabajo no resultó adecuado debido a su monotonía y a la dificultad en identificar el recorrido, ya que los cambios de movimiento resultan ser visuales.

Se considera que el sentido háptico y el sentido auditivo son los que le dan noción al sujeto ciego del movimiento o de la sustancialidad del objeto, al respecto se puede decir que para diseñar un experimento se podría tener en cuenta que:

- El movimiento que tiene mayor sentido para el sujeto ciego es el que realiza él mismo, teniendo preponderancia el sentido háptico (kinestésico) en el sentido que da al movimiento; por ende se recomienda que cuando se realicen experimentos sobre el movimiento de un cuerpo, el cuerpo en movimiento sea el mismo sujeto ciego.
- Es necesario que al realizar experimentos para que el sujeto ciego construya algunos conceptos sobre la cinemática en relación a su propio movimiento el ambiente donde este se desarrolle este nutrido por estímulos auditivos y táctiles ya que el estímulo auditivo le permite dar sustancialidad a los objetos en el espacio perceptual del sujeto ciego y el estímulo táctil le permite construir una idea de espacio.

Finalmente y de acuerdo al trabajo experimental desarrollado se consideran las siguientes recomendaciones

- En cuanto al diseño de montajes experimentales, se considera que deben estar precedidos de un trabajo didáctico como el que se mencionó en la primera conclusión que ponga al estudiante en contexto; los montaje deben ser muy nutridos por las sensaciones táctiles y cuando se trata de la cinemática deben permitir que el estudiante sea quien realiza un movimiento ya que esto es lo que permite darle sustancialidad, las señales auditivas permiten dar idea del paso por algunos puntos (señal de distancia).
- En cuanto al informe experimental se considera que es escrito en braille el estudiante debe tener un tiempo prudente para desarrollarlo, se conoce que el estudiante no es diestro en el sistema, se recomiendan informes verbales que permiten capturar de manera más significativa sus ideas; en cuanto a la toma de datos se sirve también de lo anterior pero además se recomienda que no se exijan tablas de datos ni gráficas como las que manejan los videntes ya que el sistema de escritura braille no considera la realización de este tipo de organización que presenta una dificultad al estudiante.

Bibliografía

- Abraham, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 2335-2353.
- Ballesteros., S. (1993). Percepción háptica de objetos y patrones realizados: Una revisión. *Psicothema*, 311-321.
- Bautista, G. (1990). Consideraciones acerca del experimento en la física. *Física y cultura*.
- Braslavsky, B. (1999). El ciego en la teoría de Vigotsky. *Discapacidad visual Hoy.*, 17-24.
- Brown, H. (1994). *La nueva filosofía de la ciencia*. Madrid: TECNOS S.A.
- Bunge, M. (1969). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Barcelona: Ediciones Ariel.
- Calvo, M. L. (2015). La excepcional contribución de Ibn-al-Hytham (Alhacén) a las ciencias: Un intento de aproximación a la ciencia de la óptica en el Renacimiento Musulmán del siglo XI. *Temas de física [En línea]*, 31-35.
- Camargo, E. P. (2008). *Ensino de física e deficiência Visual: Dez anos de investigacoes no brasil*. Sao Paulo: Pleilade.
- (S.f). Capitulo 7. Desarrollo psicológico del niño .
<http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/1/1767/capitulo7.pdf>. Obtenido de
<http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/1/1767/capitulo7.pdf>
- (S.f). Sistemas de referencia y sistemas de coordenadas. http://www.bdigital.unal.edu.co/1260/10/184_-_9_Capi_8.pdf. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/1260/10/184_-_9_Capi_8.pdf
- Flick, U. (2002) *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata S.L
- Creswell, J. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. California: SAGE
- García, J. (2014) *Reflexiones sobre la construcción del espacio con estudiantes que presentan diversidad funcional visual: una perspectiva piagetiana*. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.
- Gil, M. (1993). *Construcción del espacio en el niño a través de la información táctil*. Madrid :Trotta D.L.
- Herrero, J. (2013). Somestesia: Mecanorrecepción, termorrecepción y nocicepción. En M. o. comportamiento, *Sistemas sensoriales* (págs. 677-707). Alcalá: Viguera editores.
- Herrero, M. (2014). La formación de los conceptos científicos de Grosseteste a Galileo . *Naturaleza y libertad. Revista de estudios interdisciplinarios.*, 97-156.
- Holloway, G. (1982) *Concepción del espacio en el niño según Piaget*. Barcelona: Ediciones paidós Iberica.
- Kant, I. (2004). *Antropología en sentido pragmático* . Madrid: Alianza.
- Koponen, I., & Mantyla, T. (2006). Generative role of experiments in physics and in teaching physics: A suggestion for epistemological reconstruction. *Science & education*, 31-54.

- Koyré, A. (2000). *Estudios de historia del pensamiento científico*. México D.F: Siglo XXI Editores.
- Kuhn, T. (1996). La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la física. En *La tensión esencial: Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de las ciencias* (págs. 56-90). México D.F: Fondo de Cultura económica .
- Lopes, A. (2013). Ensino de química para cegos: proposta de experimentos inclusivos envolvendo reações de neutralização.
- Lovell, k (1999) *Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños*. Madrid: Morata.
- Mach, E. (1987) *Análisis de las sensaciones*. Barcelona: Alta fulla
- Malagón, J. (2012). Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. *Física y Cultura*, 95-104.
- Nagel, E. (1989). La teoría y la observación. En L. Olive, & A. Pérez, *Filosofía de la ciencia: Teoría y observación* (págs. 416-438). México: Siglo XXI Editores.
- Ochaita, E., & Rosa, A. (1995). Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. En A. Marchesi, C. Coll, & J. Palacios, *Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar* (págs. 183-197). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Romañach, J., & Lobato, M. (2005). Diversidad Funcional, nuevo término para la lucha por la dignidad en la diversidad del ser humano. *Foro de Vida independiente*.
- Russell, N. (1989). Observación. En L. O. Pérez, *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* (págs. 216-252). México : Siglo XXI Editores.
- Sepulveda, A. (2003). *Los conceptos de la física: evolución histórica*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Shamos, M. (1959). *Great experiments in Physics*. New York: Dover Publications, inc.
- Soler, M. (1999). *Didáctica multisensorial de las ciencias : un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y tambien sin problemas de visión*. Barcelona: Paidós.
- Vargas, O., Sarmiento, L., Sanabria, L., Ibañez, J., & Valencia, N. (2006) *La representación espacial en invidentes congenitos con apoyo de un dispositivo mecatrónico* Bogotá: Universidad pedagógica Nacional de Colombia

ANEXOS

ANEXO 2.1 Consideraciones históricas acerca del experimento

En la antigüedad los focos de actividad científica fueron la astronomía, la estática, la óptica, la armonía y las matemáticas, esta última también considerada ciencia. Dichas disciplinas compartieron su estructura de investigación por lo que fueron practicadas por el mismo grupo de pensadores entre ellos Euclides, Arquímedes, Tolomeo y Aristoteles (Kuhn, 1996) Siguiendo a Kuhn aunque estos cinco campos fueron empíricos en lugar de a priori, bastaron pocas **observaciones** de carácter cualitativo para sentar las bases de teorías a menudo muy desarrolladas, mucho menos se necesitaron **experimentos** para encontrar esta geometría en la naturaleza. (ibíd.) En efecto el desarrollo, por ejemplo, del estudio de la armonía por los Pitagóricos se basó en el estudio de las cuerdas de la lira, que permitía asociar lo sensible con relaciones numéricas (Sepulveda, 2003) El carácter lógico deductivo del pensamiento de esta época permitió un desarrollo de las ciencias ya que de haberse necesitado datos depurados probablemente no hubieran ido más allá. Se evidencia una preponderancia del razonamiento lógico deductivo sobre el empírico en el desarrollo teórico.

Como ya se mencionó previamente, el establecimiento teórico de dichos campos no necesito experimentos ni observaciones sistematizadas ya que provenían de la experiencia cotidiana, se encuentra entre estas ideas al aristotelismo, para el cual lo sensible es propio del conocimiento humano, sin la sensación no hay ciencia, aunque sin duda alguna no es solamente la sensación, la memoria y la imaginación permiten que el hombre piense en el objeto sin necesidad de tenerlo presente físicamente (Koyré, 2000) Valga mencionar un ejemplo para entender entonces el modo de pensar de Aristóteles, de acuerdo a este si se dejan caer dos objetos de la misma forma y tamaño pero distinto peso, el más pesado cae en la mitad del tiempo que el otro cuerpo. Esta afirmación obtenida más de la **observación** cotidiana y del razonamiento inductivo será objeto de discusión más adelante con los estudios galileanos. (Sepulveda, 2003)

La obvia excepción a esto es la astronomía, cuya observación sistematizada por Aristarco e Hiparco ya que como señala Sepúlveda (2003) los métodos de observación y

medida utilizados por estos, recogida y aplicada por Tolomeo, no son superados hasta finales del siglo XVI.

Las cinco ciencias antiguas fueron retomadas por los árabes, las obras de Aristóteles y Tolomeo no fueron traducidas del griego al latín sino por medio del árabe esto no solo debido al idioma sino a la incapacidad de los romanos de entender obras tan difíciles como la física de Aristóteles o el Almagesto de Tolomeo (Koyré, 2000) El desarrollo de estas ciencias en el mundo árabe fue llevado a un alto grado de eficiencia técnica, cabe entre ellos resaltar el desarrollo notable de la óptica realizado por Alhazen (965-1040) Sus experimentos, entre ellos la creación de la cámara oscura hacen que sea considerado como el padre de la óptica y una fuerte influencia en el desarrollo científico (particularmente en el campo de la óptica) baconiano. Vale la pena resaltar sus experimentos acerca de la visión, Alhazen describió lo que ocurría cuando se mira directamente al sol, el observador al cerrar los ojos ve una post imagen del sol, Alhazen repitió el experimento con otras fuentes de luz brillante vista a través de un espejo o reflejada en otro objeto (Calvo, 2015)

El camino que lleva de las ciencias llamadas clásicas a las llamadas ciencias experimentales o baconianas fue preparado por algunos científicos, particularmente llama la atención la aparente influencia que tuvo Roberto Grosseteste (1175-1253), en efecto los trabajos realizados por Grosseteste y algunos de sus contemporáneos en el estudio de la óptica son una evidencia de la transición gradual hacia los conceptos científicos cuantificables (Herrero M. , 2014) (Esto implicaba una transición de la idea de cualidad incuantificable para los aristotélicos hacia una posible cuantificación). Para Grosseteste las ciencias físicas existe siempre una incertidumbre por el contrario de las matemáticas, idea que justamente es la razón de la verificación experimental. (Koyré, 2000)

Dicha idea fue desarrollada por Roger Bacon y por el movimiento experimentalista a menudo llamado Baconiano a causa de este primero dentro del cual cabe resaltar a Hooke, Boyle y Gilbert. De acuerdo a Kuhn (1996) las diferencias cualitativas que distinguen el movimiento baconiano de la forma antigua de practica empírica son la inconsistencia entre la interacción teoría-práctica, la “artificialidad” en la que se obligó a la naturaleza a exhibirse de formas no naturales, por ejemplo al introducir peces, ratones o sustancias químicas dentro

de barómetros, también el desarrollo de la instrumentación de la física y por último los muy exactos informes y comunicaciones de los resultados experimentales. Cabe resaltar este aspecto con uno de los informes experimentales presentados por Robert Boyle por medio del cual presenta la relación presión-volumen en un gas expuesto por Shamos (1959)

Para hacer evidente que la elasticidad del aire es capaz de hacer mucho más de lo que le hemos atribuido a cuenta de su elasticidad y peso, se trataran los siguientes experimentos:

Medida de la condensación del aire

Teniendo mercurio vertido en un tubo de vidrio, el cual consiste de una pata larga y una corta, la cual esta doblada y casi paralela a la otra (En forma de J) Nosotros pegamos papeles sobre cada una, los cuales estaban divididos por marcas en pulgadas, y cada una de estas pulgadas divididas en ocho partes, y al verter el mercurio en el tubo largo, observamos que el aire contenido en el corto, el cual estaba herméticamente sellado en la parte de arriba, fue condensando por 29 pulgadas de mercurio, a la mitad del espacio que ocupaba antes, de donde se muestra, que si fue capaz de comprimirse a un estado tal, por virtud de su elasticidad, al resistir un cilindro de mercurio de 29 pulgadas, además del cilindro atmosférico obligatorio sobre él, se deduce que la compresión del aire abierto, a la mitad cuando más, debe tener la mitad del peso de la atmósfera que está sobre ella en el estado comprimido (Doblando la presión el volumen decrece a la mitad) (P. 38-39)

Kuhn (1996) señala que si bien la contribución del movimiento Baconiano fue poca, el estudio del electromagnetismo y del calor estuvo relacionado con las experiencias con la brújula y el desarrollo de instrumentos más potentes y perfeccionados, característica típica de este movimiento. No obstante, los experimentalistas de este campo solo se dedicaron a una descripción cualitativa y al descubrimiento de efectos experimentales nuevos, sin trascender conceptualmente; siguiendo a Shamos (1959) cuando se refiere a Boyle del cual dice no hizo descubrimientos de gran valor conceptual ni tan poco llevó su trabajo más allá de las etapas preliminares, aspecto en el que concuerdan Kuhn (1996) y Koyré (2000) al señalar que la gran diferencia entre Boyle y Hooke con Newton en el estudio de la óptica esta justamente en que Newton al realizar algunos experimentos similares a los realizados por los primeros seleccionó las observaciones, experimentos y los datos obtenidos y trascendió de los aspectos cualitativos a los cuantitativos para formular su muy elaborada teoría de la

óptica. El efecto del movimiento Baconiano fue un perfeccionamiento gradual y no un cambio radical de las ciencias clásicas (Kuhn, 1996)

Galileo se sale de esta lógica científica, si bien fue inventor de diversos instrumentos experimentales (característica del movimiento baconiano) su actitud y sus ideas acerca de la matematización lo hacen mantenerse dentro de las ciencias clásicas (Kuhn, 1996). Galileo se presenta como el primer hombre que comprende de manera precisa el papel del experimento en las ciencias, el experimento se opone a la experiencia común en que este se prepara, es una pregunta hecha a la naturaleza, pregunta hecha en un lenguaje adecuado. (Koyré, 2000) Para comprender entonces la metodología y el papel del experimento y la observación en la lógica de Galileo, se presenta el trabajo realizado por este retomado en Shamos (1959)

...hemos decidido considerar el fenómeno de los cuerpos cayendo con una aceleración tal como en realidad ocurren en la naturaleza y para hacer esta definición de movimiento acelerado mostrando las características esenciales de los movimientos acelerados observados. Y esto, finalmente después de repetidos esfuerzos confiamos en que nosotros hemos tenido éxito. En esta creencia confirmamos principalmente por la consideración de los resultados experimentales parecen estar de acuerdo con y corresponden exactamente con esas propiedades las cuales han sido una tras otra demostradas por nosotros...

Cuando, por lo tanto, observe una roca inicialmente en reposo cayendo desde una posición elevada y continuamente adquiriendo nuevos incrementos de rapidez, ¿por qué no debería que dichos incrementos toman lugar de una manera que es excesivamente simple y bastante obvia para todo los cuerpos? Si examinamos la materia cuidadosamente no encontramos adición más simple que la que se repite a si misma de la misma manera. (Pág. 20-21)

Posteriormente Galileo procede a presentar la premisa fundamental obtenida por él mismo sobre la caída de los cuerpos “... Se dice que un movimiento es uniformemente acelerado, cuando iniciando desde el reposo, este adquiere, durante intervalos de tiempo iguales, iguales incrementos de rapidez.” (Shamos, 1959) Galileo para exponer sus ideas y demostrar la falsedad de la idea aristotélica con respecto a la caída de los cuerpos presenta una amigable conversación entre Simplicio (Aristotélico), Sagredo (Espíritu libre de prejuicios y capaz de comprender ambas partes) y Salviati (portavoz de Galileo). Galileo primero da a conocer las ideas de Simplicio para proseguir con un experimento real en boca de Sagredo y terminar con un experimento imaginario presentado por Salviati. El

experimento real presentado por Galileo es el del movimiento pendular, muestra de su ingenio al no poder acceder a una experimento directo ante la ausencia del vacío. (Koyré, 2000)

Esta nueva visión, la Galileana es la que se suele llamar como génesis de la ciencia moderna, un nuevo papel de la experiencia representada en el experimento como una forma de “saber hacerle preguntas a la naturaleza”, permite evidenciar ya las primeras diferencias entre observación y experimento. Primeramente relacionadas con modos de pensar distintos relacionados con épocas históricas, la observación para los autores revisados se hace sobre el fenómeno natural, tal y como se muestra en la “realidad”, en tanto la experimentación es más bien una creación, un artificio humano que permite estudiar la naturaleza de forma controlada buscando comprenderla. La observación por su parte fuertemente relacionada con el pensamiento antiguo se presenta sobre la cotidianidad, se reflexionaba sobre los eventos cotidianos sin pensar en una situación artificial como objeto de reflexión, al pasar por las raíces de la modernidad y los movimientos experimentalistas se observa como estos se centraron en la creación artificial (el experimento) de los fenómenos sin trascender más allá conceptualmente, es decir el experimento como único fin; y finalmente en Galileo y posteriores hombres de ciencia (entre los que se considera vale la pena resaltar a Newton particularmente en sus estudios sobre óptica y Faraday en el estudio de los fenómenos electromagnéticos) se ve el experimento como una estrategia de construcción de conocimiento sobre el mundo natural.

Anexo 2.2

¿Qué es observar?

Generalmente la representación que se tiene acerca del concepto de observación está relacionada con la sensación visual, es decir la sensación que se produce en la retina del ojo humano, No obstante se considera importante para este trabajo reflexionar acerca de la significación de este concepto en el proceso de construcción de conocimiento; para esto se puede poner a consideración la siguiente situación:

Considérese el caso de un físico y un niño que se encuentran en un cuarto donde solo hay una figura con forma de pirámide transparente, donde el físico observa un prisma de dispersión de la luz, el niño observa simplemente una figura triangular y transparente.

Esto lleva a pensar que el hecho de que la sensación visual sea la misma para los dos observadores (Las retinas de los dos se ven afectas de la misma forma) no significa que los dos observen lo mismo, existe una gran diferencia entonces entre la sensación (fisiológica) y la experiencia visual. Vale la pena resaltar a Russell (1977) cuando dice que “La visión es una experiencia, una reacción de la retina es solamente un estado físico, una excitación fotoquímica... son las personas las que ven, no sus ojos.” (Pág. 222)

Cabe preguntarse entonces las razones por las cuales dos sujetos que tienen el mismo estímulo sensorial y cuyas condiciones sensoriales son aparentemente las mismas observan cosas diferentes, esto está claramente marcado por el contexto, es decir por las experiencias previas y las organizaciones a nivel cognitivo que ha realizado el sujeto, estas organizaciones son subjetivas de acuerdo a cada sujeto y esta vendría a ser la razón inicial por la cual dos sujetos no observan lo mismo al tener el mismo estímulo sensorial. De aquí que ningún conocimiento del mundo sea “objetivo” dado que todo objeto del mundo físico que se convierte en objeto de interés del sujeto no se organiza en el sujeto de forma “pura” sino que depende de los factores mencionados anteriormente. Al respecto Nagel (1989) afirma:

La observación significativa supone algo más que el mero registro de lo que se encuentra inmediatamente presente a los órganos de los sentidos; y que un observador

científico cumple la tarea de registrar sus experimentos con esquemas de clasificación que representan estructuras de relaciones incorporadas en el transcurso de los eventos, donde los esquemas de clasificación han sido adquiridos durante la interacción repetida con el medio, de manera que son difíciles de recuperar y enumerar (P. 423)

La observación depende entonces de un contexto observacional que está determinado por las características, las creencias, y las experiencias previas del sujeto. Este contexto observacional es el que determina la observación del sujeto. Es entonces necesario resignificar la palabra observación, la observación no debe estar ligada a la sensación en la retina sino a la interpretación que se hace de las sensaciones táctiles, olfativas, visuales, auditivas y gustativas de un evento del mundo natural, dado como ya se dijo previamente por las estructuras cognitivas que posee el sujeto determinadas por sus experiencias previas en la interacción con el mundo.

CONCEPTOS ASOCIADOS AL MOVIMIENTO.

Sistema de Referencia : La posición de un cuerpo en la experiencia perceptual se mide en relación a la posición de otro cuerpo, el cuerpo que permanece en reposo relativo con respecto a otros cuerpos y que se usa para estudiar el movimiento de estos cuerpos es llamado sistema de referencia. El sistema de referencia permite medir las distancias con respecto a un punto del espacio, y el tiempo con respecto a un instante dado. Por ende se supone que está dotado de “un conjunto de varillas rígidas para medir longitudes y de un conjunto de relojes para medir intervalos de tiempo” (Repositorio institucional UNAL, 2015)

Trayectoria: La trayectoria es la descripción geométrica de una partícula en movimiento en el espacio, se representa de forma gráfica en el plano cartesiano y se le asigna una ecuación.

Distancia: La distancia es la magnitud asociada a la trayectoria, define la longitud recorrida desde la posición inicial a la posición final por medio de la trayectoria. Vale la pena resaltar también que en esta variación de posición siempre hay una distancia más corta que las otras la cual en el contexto de la cinemática es la línea recta.

Tiempo: El tiempo es uno de los conceptos más difíciles de definir, su definición ha sido tratada en cada contexto teórico de una forma diferente; para este trabajo el tiempo es la medida de la duración de los eventos y la medida de estos se da en relación a un cambio que en el contexto cinemático generalmente es de posición.

Posición: La posición de un objeto se refiere al lugar que ocupa este en el espacio con respecto a un sistema de referencia, señala a que distancia se encuentra el objeto en cuestión del punto de referencia y también en qué dirección por lo cual se representa de forma vectorial.

Anexo 2.4 LA CEGUERA COMO FENÓMENO SOCIAL: ETAPAS HISTORICAS DE ACUERDO A VIGOTSKY.

La etapa mística característica de la edad antigua y media pone a la ceguera como una condición que genera respeto y miedo, por otra parte dota al ciego de características ‘sobrenaturales’ con una visión ‘espiritual’. En la edad media la religión dotaba al ciego de un espíritu elevado en el ‘más allá’ una riqueza en ‘la otra vida’, dado su sufrimiento en la vida terrenal. La etapa biológica situada por Vigotsky en la ilustración (siglo XVIII) trae consigo un gran avance, las ideas místicas son reemplazadas por estudios científicos. Esta etapa trae como consecuencia una teoría de ‘sustitución de los sentidos’, discutida por Vigotsky, mediante la cual la persona ciega básicamente era poseedora de un ‘sexto sentido’ que sustituía la visión. Por último la etapa científica o socio-psicológica en la cual no se habla de sustitución sino de compensación; Vigotsky señala que el ciego no tiene un ‘sexto sentido’ sino que en su contacto con el mundo el ciego tiene una gran gama de estímulos que lo hacen entrar en conflicto que si concluye con la victoria del sujeto lo hacen vencer las dificultades creando de su ‘defecto’ una capacidad (Braslavsky, 1999).

Desde esta perspectiva la persona ciega no desarrolla ningún ‘sexto sentido’, tampoco tiene un sentido háptico o auditivo superior, sucede que en su relación con el medio estos sentidos adquieren una vital importancia dado que le permiten compensar la ausencia de la visión. Vigotsky (1997) dice al respecto

Si algún órgano, debido a una deficiencia morfológica o funcional no cumple su trabajo, entonces el sistema nervioso central o el aparato psíquico asumen la tarea de compensar el funcionamiento insuficiente del órgano, creando sobre este o sobre la función una superestructura psíquica que tiene la tendencia de asegurar al organismo en el punto débil amenazado (Como se cita en Camargo, 2008, Pág. 21)

Resulta importante reconocer la diversidad y la diferencia como parte natural del mundo y de la humanidad, la diversidad sensorial y en particular la diversidad funcional visual deben ser reconocidas como formas diferentes de conocer al mundo a partir de diferentes formas de percibirlo, pero, y se hace en especial énfasis en esto, no mejores ni peores a las de otras formas de conocer, simplemente diferentes. La ausencia de visión

entonces no debe ser vista como una discapacidad sino como una capacidad que permite a las personas que la poseen contribuir de formas activas a la sociedad, si esta se lo permite.

ANEXO 2.5

El sentido háptico y la mano como órgano explorador

De acuerdo a esto, resulta importante reconocer la mano como órgano principal exploratorio del sistema háptico, en efecto es en la mano donde se encuentra mayor número de receptores a las sensaciones táctiles y el sujeto al estar en contacto con un objeto del cual desea adquirir información iniciara una exploración táctil con su mano. Algunos autores han establecido relaciones entre el movimiento realizado por la mano y la necesidad de información del sujeto, así por ejemplo la temperatura se asocia a una posición estática de la mano sobre el objeto, el volumen la forma y el tamaño a un encerramiento y un seguimiento que realiza el sujeto por medio de las manos, la textura a movimientos sobre el objeto con las yemas de los dedos y la dureza del objeto a una presión realizada sobre este por parte del sujeto claramente también con las manos. (Ballesteros., 1993)

El sentido del tacto es el único de los cinco sentidos que brinda información sobre el estado térmico de un cuerpo, cualitativamente denominados calientes o frío, esta sensación llamada sensación térmica es la base cualitativa del concepto de temperatura. Por otra parte, según la estimulación recibida se pueden generar sensaciones de tacto, presión, vibración y cosquilleo, a través de las cuales se obtiene información sobre el tamaño, el peso, la forma, la textura o movimiento de los objetos que entran en contacto con la piel. (Herrero J. , 2013) Así mismo el sistema háptico también reconoce la información del movimiento propio, e incluye la sensación de la posición del cuerpo y el desplazamiento de este y así mismo la sensación de orientación en el espacio, para funcionar necesita doble sensación la sensación previa al movimiento o estática y la sensación misma del movimiento, es decir una sensación de variación.

Anexo 2.6 Desarrollo cognitivo del niño ciego.

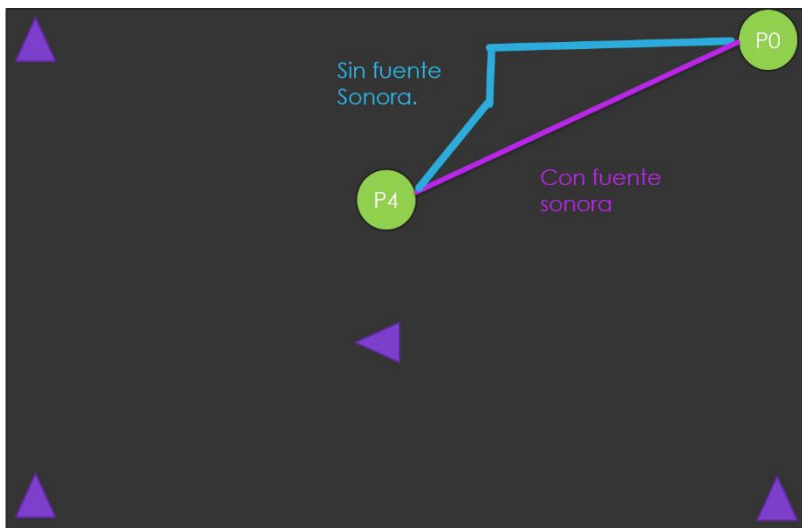
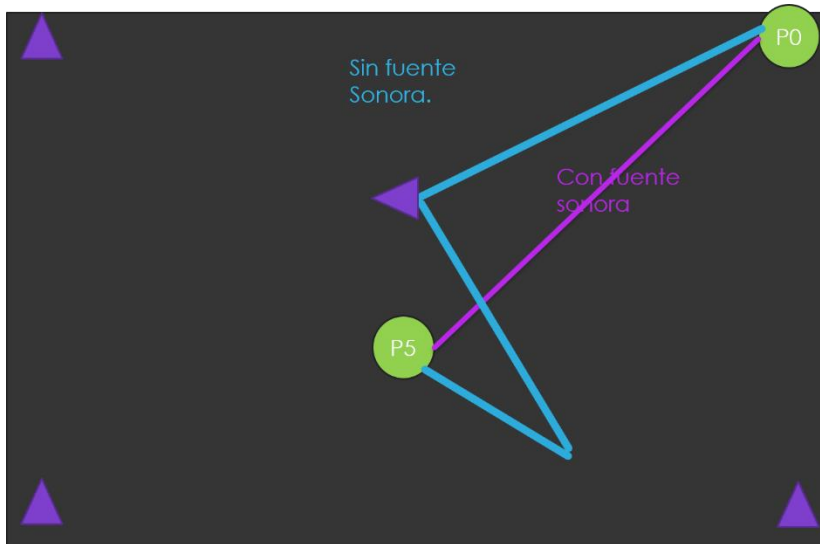
Durante sus primeros meses de vida el niño ciego se desarrolla de forma muy similar al vidente, ejercitando los reflejos de los que está dotado, uno de los primeros desfases del niño ciego aparece a partir de los cuatro meses cuando el niño el niño vidente tiene una rica fuente de estímulos visuales, en tanto el niño ciego solo recibirá estímulos si el objeto le toca o emite algún sonido. Se considera que si existiese una estimulación adecuada con un ambiente rico en sonidos, este desfase no sería tan notorio; sin embargo el niño ciego tardara más que el vidente en dar sustancialidad a los sonidos, solo hasta los 12 meses aproximadamente el niño ciego iniciara a buscar objetos guiado por el sonido solamente, lo cual presupone la coordinación definitiva entre oído y mano. (Ochaita & Rosa, 1995) Ochaita y Rosas señalan además que entre los 12 y 13 meses, cuando empieza generalmente a gatear, se produce esta sustancialidad y posteriormente a los 19 meses cuando se empieza a caminar los sonidos representan para él la presencia de un objeto. Los autores encuentran un desfase de 8 a 36 meses en la representación por medio del lenguaje del objeto en los niños ciegos cuando estos no están presentes; esto lo atribuyen a la falta de estimulación afectiva adecuada dada la importancia de la madre en esta etapa al ser esta la primera representación del niño, generalmente. (Capítulo 7. Desarrollo psicológico del niño , S.f)

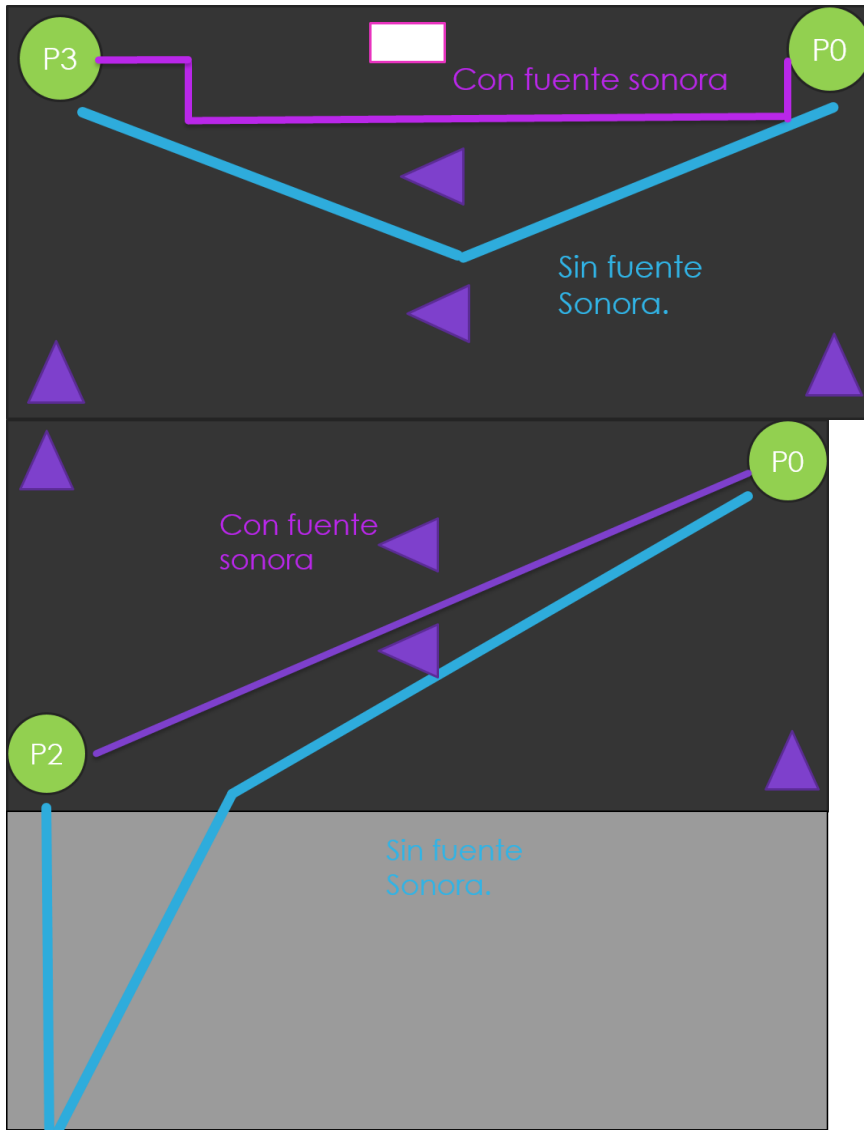
En cuanto a la representación y la función simbólica del lenguaje, los estudios revelan que evidentemente es mucho más difícil representar objetos y atribuirles permanencia en el espacio en ausencia de la visión, esto también debido a la ausencia de una buena estimulación háptica y auditiva, aunque se debe reconocer también que el sentido háptico solo permite formación de imágenes de objetos que es posible tocar a diferencia de la sensación visual y que por otro lado la sensación auditiva y táctil no se mantiene en el tiempo y en el espacio de la misma forma que la sensación visual. De acuerdo a Ochaita & Rosas (1995) El desarrollo del lenguaje en el niño ciego no parece presentar ninguna dificultad excepto en la representación de él mismo (yo, mi) dada la dificultad de crearse una imagen de sí mismo y de los demás. En cuanto a las tareas de clasificación y conservación estudiadas por Piaget Higgins (1973) encuentra que los niños ciegos no tienen mayor diferencia en las tareas de clasificación y Stephen & Grube (1982) encuentran de manera similar pocas diferencias en

las tareas de clasificación y conservación exceptuando la conservación del volumen. (Como se cita en Ochaita & Rosas, 1995)

Finalmente en el pensamiento adolescente relacionado con el pensamiento formal y abstracto no se encuentran mayores diferencias entre los adolescentes ciegos y los videntes, los obstáculos espaciales y de representación presentados son superados en esta etapa haciendo evidente el importante papel que juega el lenguaje en el desarrollo del niño ciego.

Anexo 4.1 Trayectorias descritas por Josué con fuente sonora y sin ella.



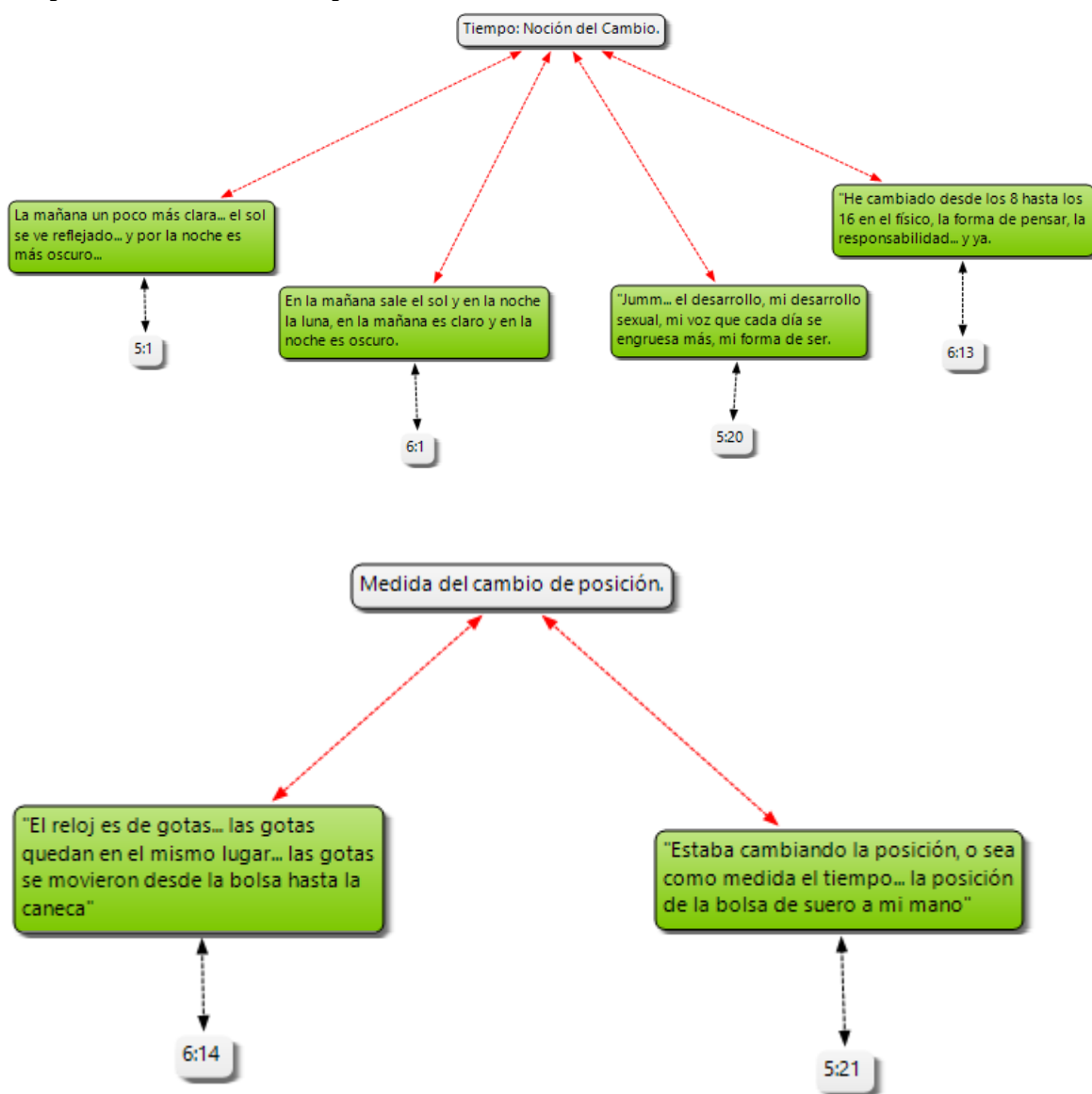


Los triángulos representan los otros puntos dispuestos pero que no hacían parte de la trayectoria solicitada al caso.

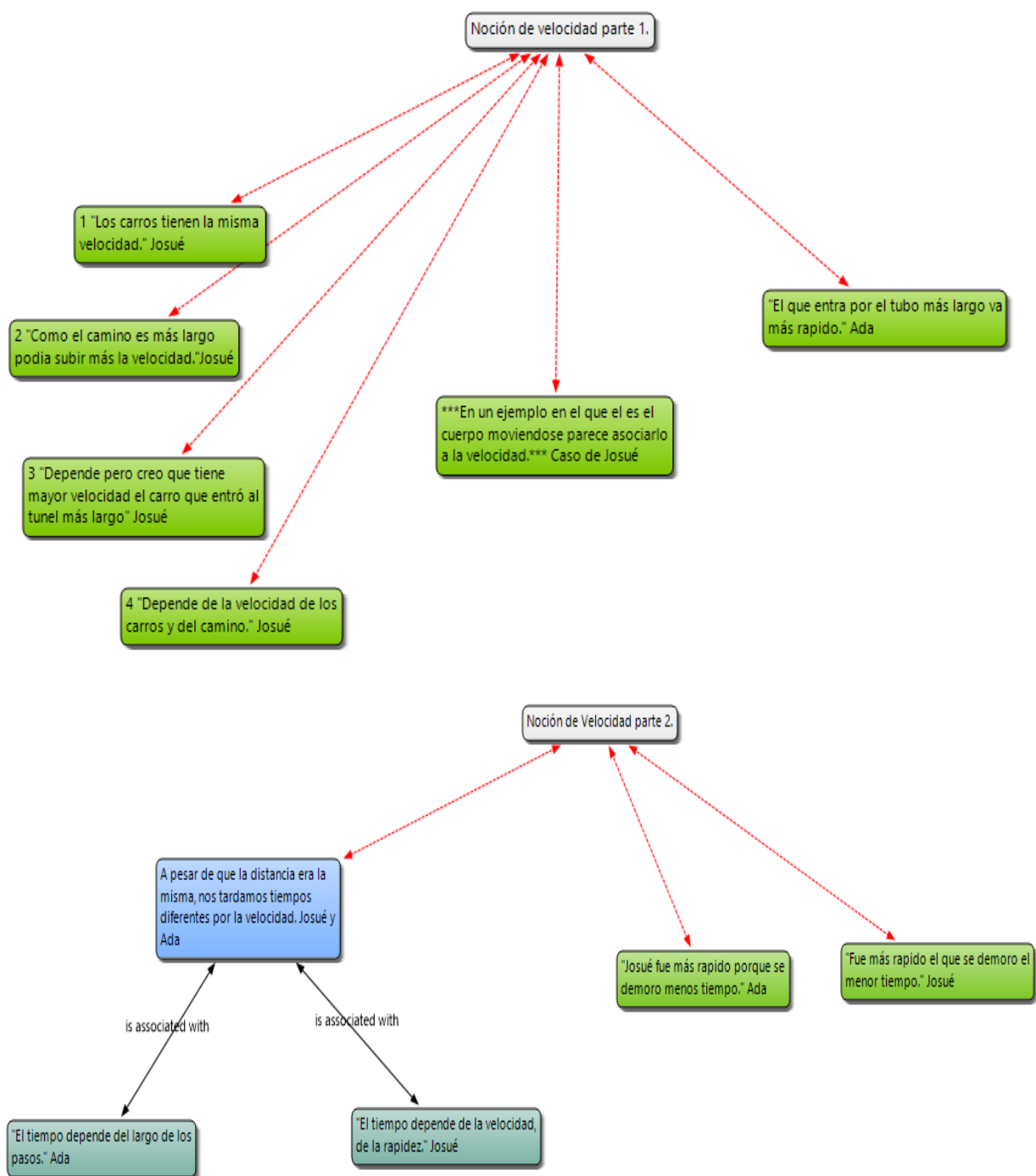
Anexo 4.2 Ubicación de los puntos de acuerdo a Ada.



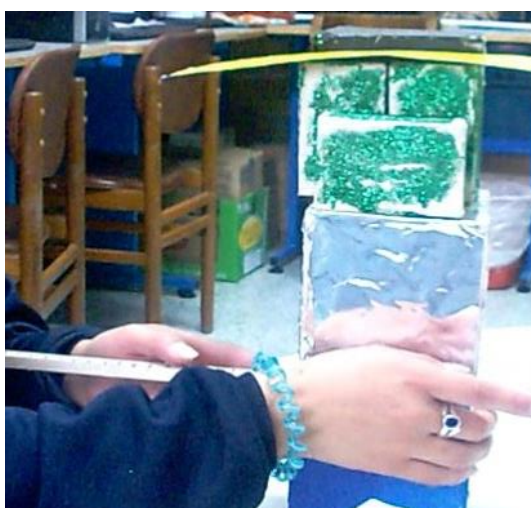
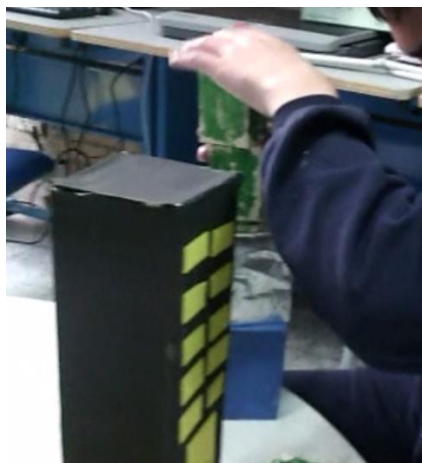
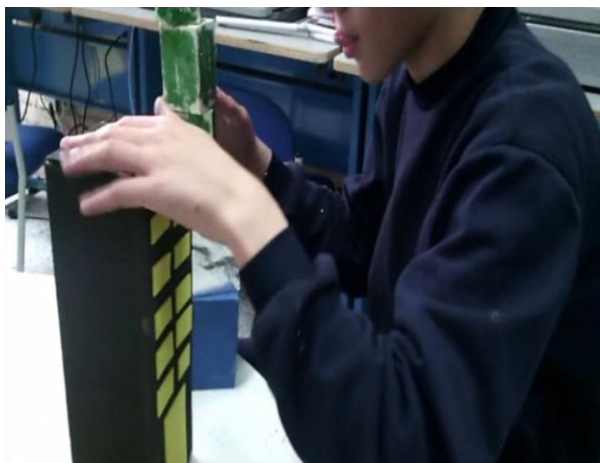
Anexo 4.3 Afirmaciones de los sujetos con relación a las nociones de cambio y la medida del tiempo como un cambio de posición



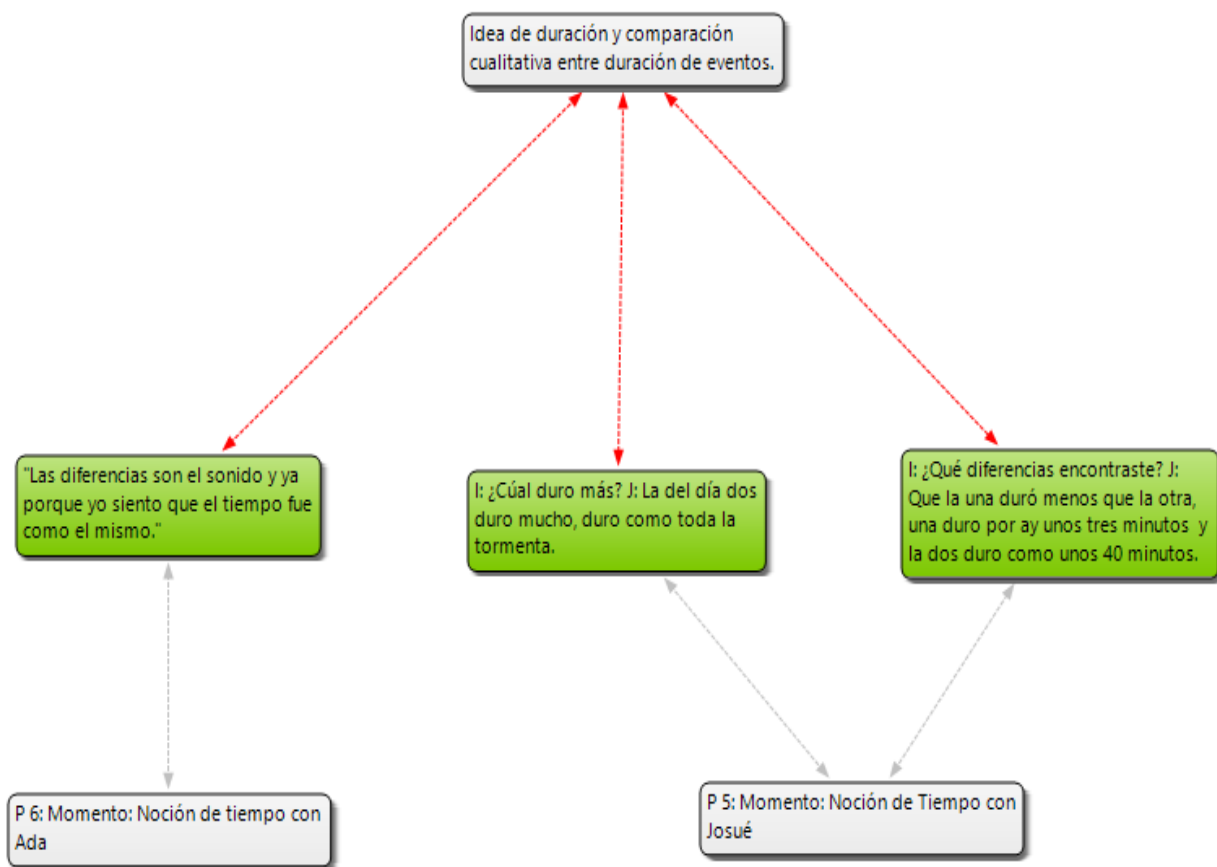
Anexo 4.4 Afirmaciones de los estudiantes momento 3



Anexo 4.5 Comparación de alturas por medio de las manos en la actividad de reconstruir el edificio con los bloques

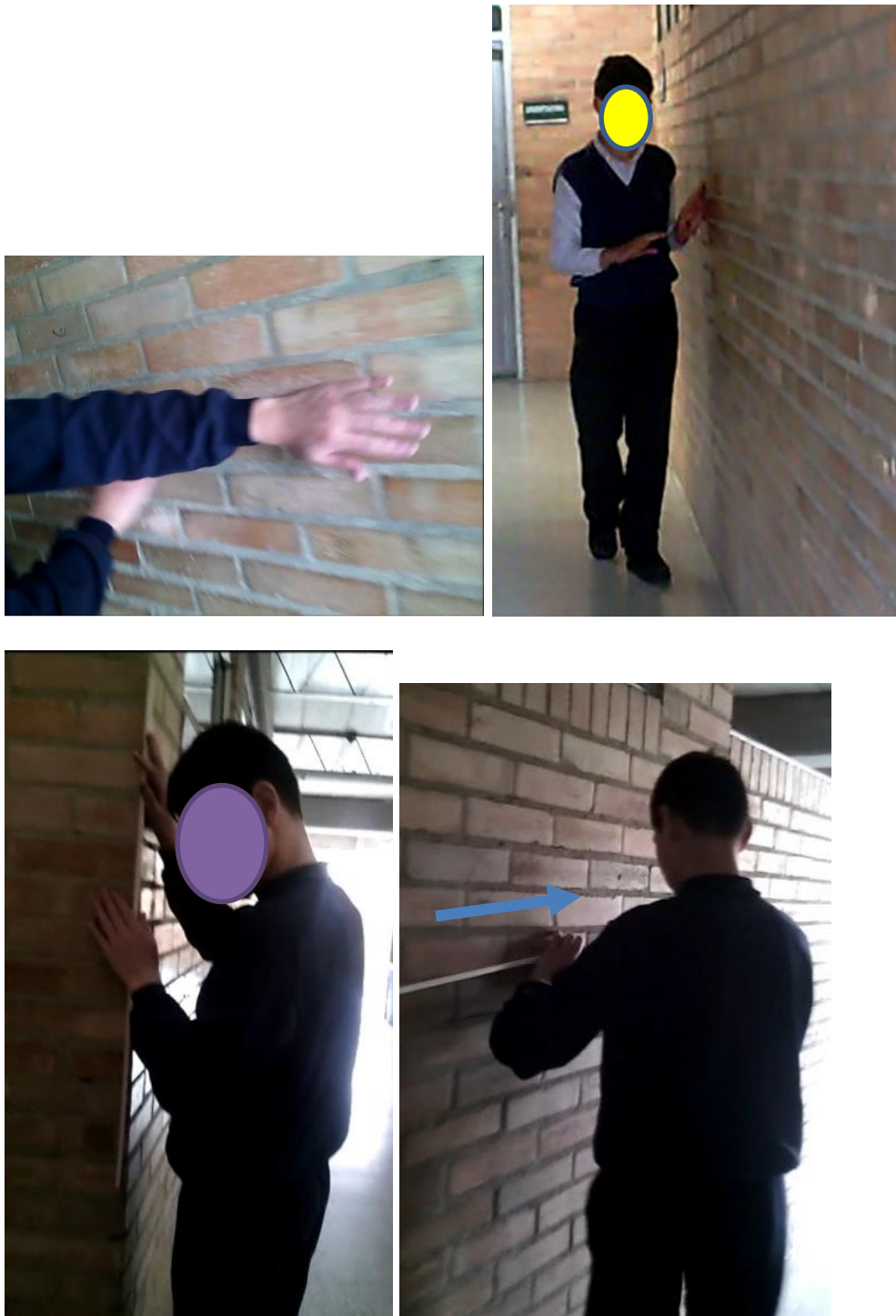


Anexo 4.6 Afirmaciones de los sujetos en relación a la idea de duración



Este cuadro presenta las afirmaciones de los estudiantes, transcritas en el software de análisis atlas. Ti y la fuente del momento de la estrategia del que fueron extraídas.

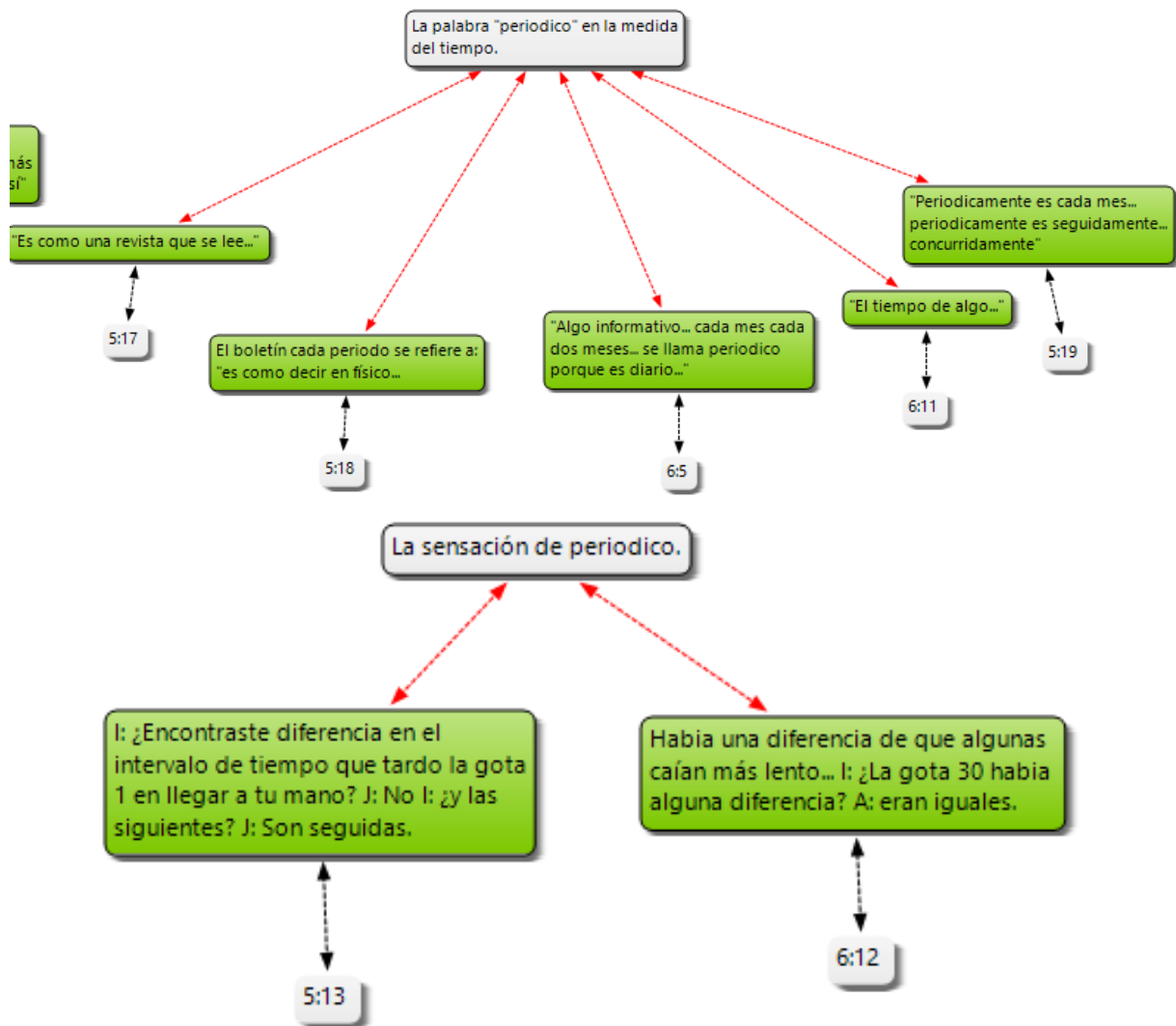
Anexo 4.7 Formas de medir la pared que usaron los sujetos



La flecha indica que el estudiante movió el metro con él sin realizar ninguna medida de comparación.



Anexo 4.8 Afirmaciones de los estudiantes con respecto a los eventos periódicos



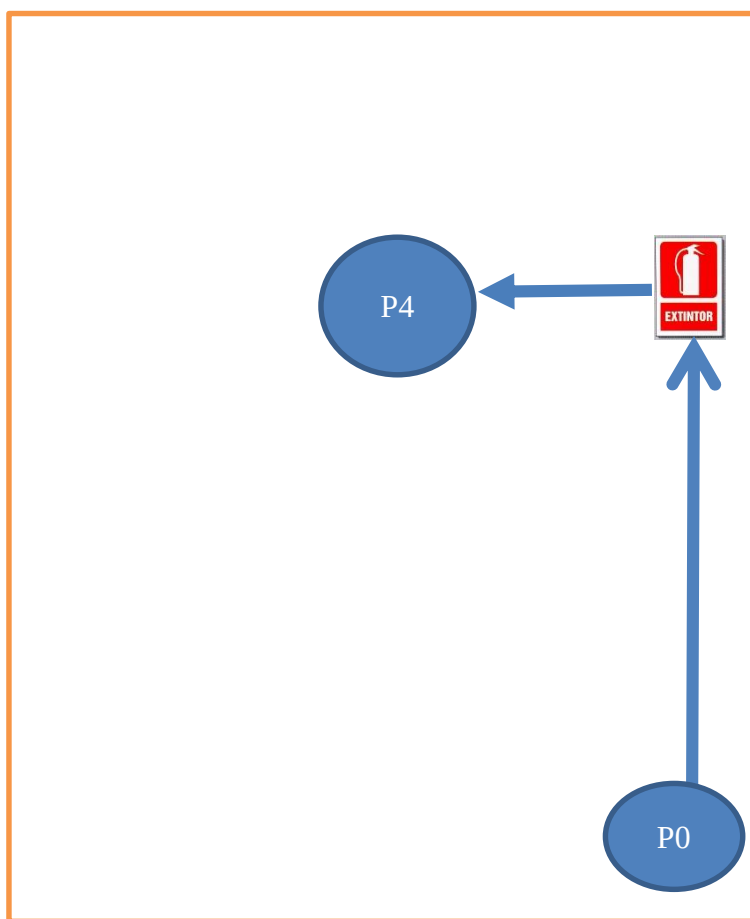
Los números que se presentan en este y los siguientes cuadros hacen referencia a los momentos que sirvieron de insumo para las afirmaciones que hicieron los estudiantes 5 (momento 2 con Josué) y 6 (momento 2 con Ada)

Anexo 4.9 Forma de caminar del estudiante siguiendo la fuente sonora



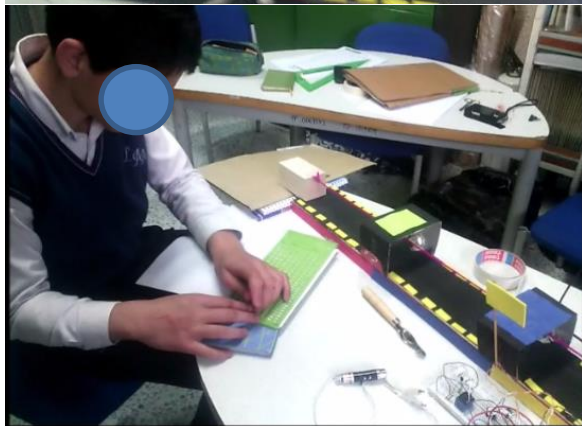
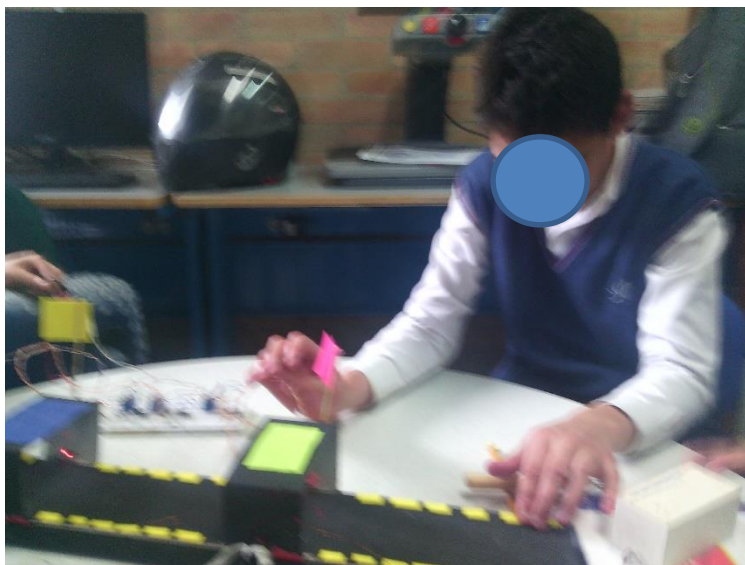
Los puntos a los que intentaba llegar estaban sonando y está era la posición de su cabeza, el oído en dirección de la fuente sonora.

Anexo 4.10 Trayectoria del estudiante guiada por estímulos externos a la situación experimental



Trayectoria realizada por el estudiante para llegar desde P0 hasta P4, siempre iba tocando la pared hasta llegar al extintor, este era su estímulo para llegar al punto 4.

Anexo 4.11 Exploración realizada al montaje experimental



Anexo 4.12

INFORME VERBAL DEL EXPERIMENTO.

PARTE 1

¿Qué variables vamos a medir?

Ada: Tiempo y por cm.

Josué: El tiempo, la distancia y el pulso sonoro

¿Cómo las vamos a medir?

Ada: Cada sonido del reloj me marcaba un centímetro, 25 centímetros

¿El pulso del reloj que marca?

Ada: Un segundo.

Josué: La distancia la medimos según lo que me marcaba el pulso del reloj, la distancia la medimos con el reloj y el tiempo con el pulso sonoro

¿Cómo sabías que habían pasado 25 cm?

Josué: Por el “miiiiig” (refiriéndose a la señal que daba el sensor de movimiento)

PARTE 2

¿Cuándo tardo el carro de llegar del punto de partida a los 25 cm?

Ada: 4 Josué: 14

¿A los 50 cm?

Ada: 10 Josué: 7

¿A los 75?

Ada: 13 Josué: 7

¿Cuánto tiempo se tardó el carro en total?

Ada: ¿Sumó todo?

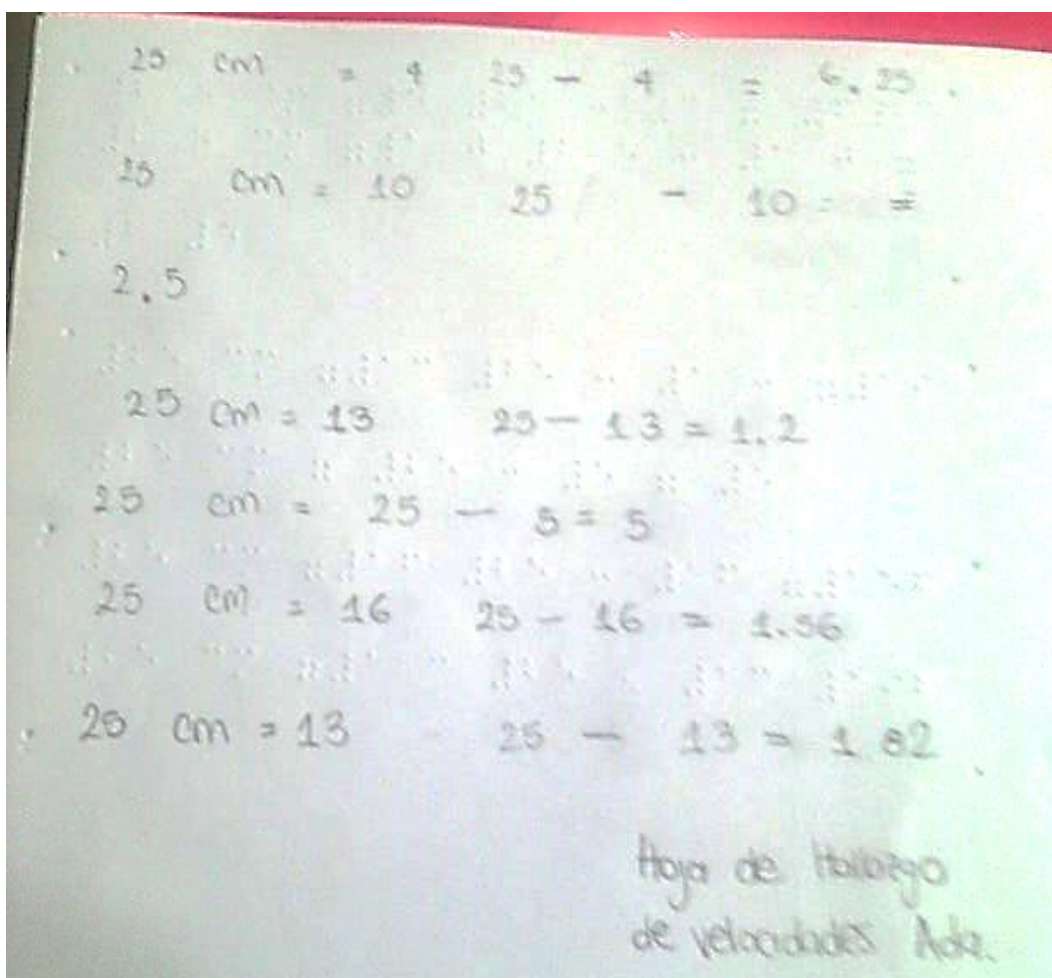
Ada: 27 segundos

Josué: Yo digo que por ahí media hora, unos treinta segundos; creo que se demoró un poquito más.

¿Cuál fue la distancia recorrida en total?

Ada: 75 cm.

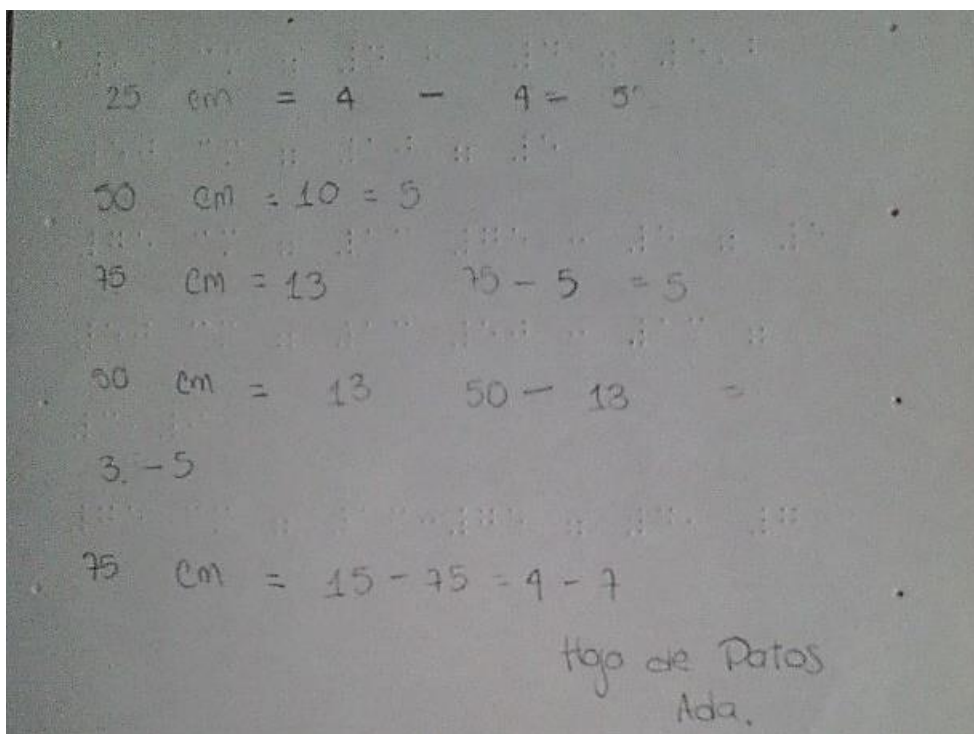
Anexo 4.13 Hoja de datos y de desarrollos matemáticos de Ada



Handwritten mathematical calculations on a piece of paper:

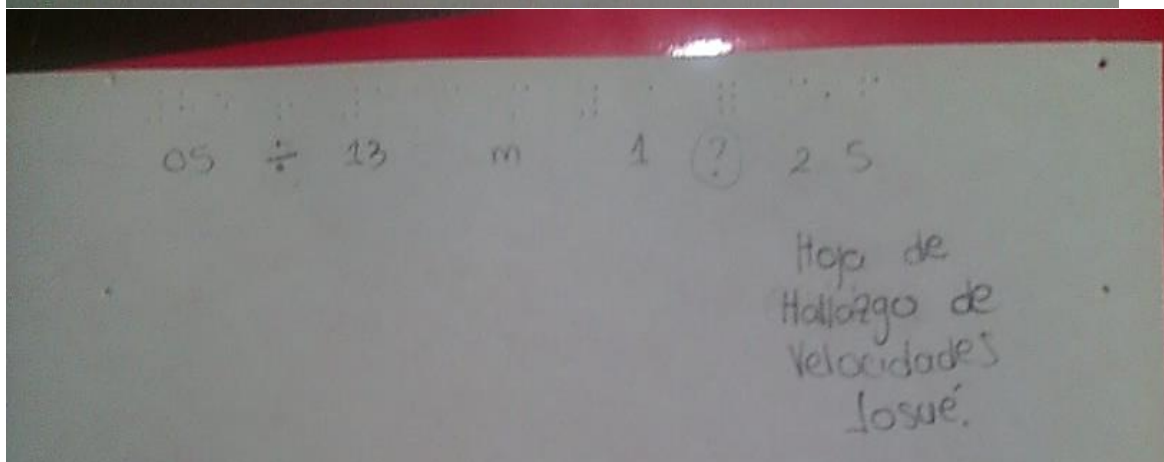
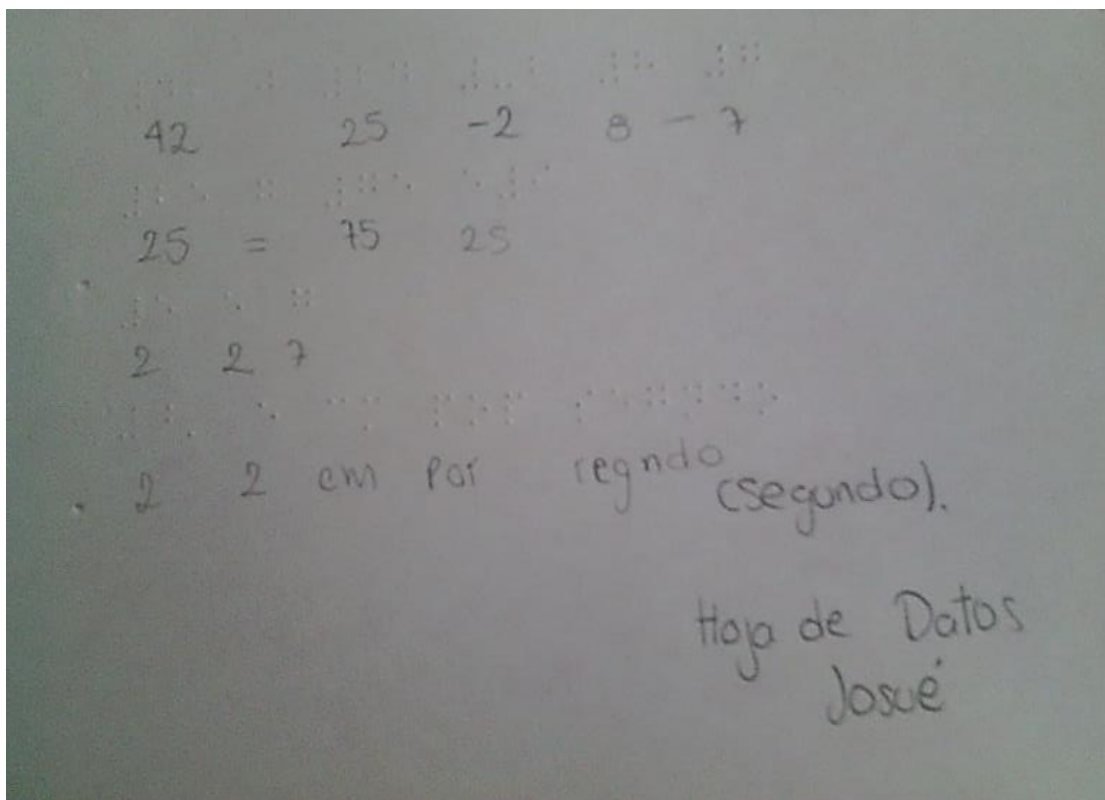
$$25 \text{ cm} = 4 \quad 25 - 4 = 6.25$$
$$25 \text{ cm} = 10 \quad 25 - 10 = 2.5$$
$$25 \text{ cm} = 13 \quad 25 - 13 = 1.2$$
$$25 \text{ cm} = 25 - 5 = 5$$
$$25 \text{ cm} = 16 \quad 25 - 16 = 1.56$$
$$25 \text{ cm} = 13 \quad 25 - 13 = 1.82$$

Hoja de trabajo
de velocidades Ada



Escrita en sistema braille y transcrita por la maestra en formación

Anexo 4.14 Hoja de datos y de desarrollos matemáticos de Josué



Escrita en sistema braille y transcrita por la maestra en formación

