

**EL PAPEL DEL INSTRUMENTO EN EL ANÁLISIS DE LA MEDIDA DEL PESO:
UN PROCESO DE RECONTEXTUALIZACIÓN**

JUAN CAMILO CARMONA SÁNCHEZ

JESSICA VANEGAS VARGAS

LINA PAOLA MOSQUERA C.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES

MEDELLÍN

2013

**EL PAPEL DEL INSTRUMENTO EN EL ANÁLISIS DE LA MEDIDA DEL PESO:
UN PROCESO DE RECONTEXTUALIZACIÓN**

JUAN CAMILO CARMONA SÁNCHEZ

JESSICA VANEGAS VARGAS

LINA PAOLA MOSQUERA C

ASESOR

JULIÁN DAVID MEDINA TAMAYO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADOS EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES

MEDELLÍN

2013

ACEPTACION

Asesor

JULIAN DAVID MEDINA TAMAYO

Medellín

Sustentación

Día _____ Mes _____ Año _____

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

| | Pág. |
|--|------|
| 1. JUSTIFICACIÓN | 13 |
| 2. PLANTEAMIENTO PROBLEMA | 15 |
| 2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 17 |
| 2.2. PREGUNTAS PROBLEMATIZADORAS | 18 |
| 3. PROPÓSITOS | 19 |
| 3.1. PROPÓSITO GENERAL | 19 |
| 3.2. PROPÓSITOS ESPECÍFICOS | 19 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 4.1. SOBRE LOS PROCESOS DISCURSIVOS Y DE RECONTEXTUALIZACIÓN | 20 |
| 4.2. LA EXPERIMENTACIÓN EN LA CLASE DE FÍSICA COMO ESCENARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO | 24 |
| 4.3. SOBRE EL DISCURSO Y SU RELACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO: UNA MIRADA DE LATOUR Y WOOLGAR DESDE LA ANTROPOLOGÍA DE LAS CIENCIAS | 27 |
| 5. METODOLOGÍA | 29 |
| 5.1. ESTUDIO DE CASO INSTRUMENTAL | 30 |
| 5.1.1. DEFINICIÓN DEL CASO | 30 |

| | |
|--|----|
| 5.1.2. CONTEXTO | 30 |
| 5.1.3. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL CASO | 31 |
| 5.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS | 32 |
| 5.2.1. OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE (Anexo 2): | 32 |
| 5.2.2. EPISODIO (Anexo 3) | 33 |
| 5.2.3. ENTREVISTA GRUPAL SEMI-ESTRUCTURADA (Anexo 4) | 33 |
| 5.2.4. GRUPO DE DISCUSIÓN. PLENARIA | 34 |
| 5.3. DISEÑO METODOLÓGICO | 34 |
| 5.4. SOBRE EL PROCESO DE RECONTEXTUALIZACIÓN COMO RUTA PARA EL DISEÑO DE GUÍAS ORIENTADORAS | 37 |
| 5.4.1. LOS SENTIDOS | 40 |
| 5.4.2. EL PROCESO DE ORDENAMIENTO | 43 |
| 5.4.3. EL ROL DEL INSTRUMENTO EN EL PROCESO DE ORDENAMIENTO | 44 |
| 5.4.4. LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO EL ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO | 49 |
| 5.4.5. CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DESDE EL ANÁLISIS DESDE EL CENTRO DE MASA | 52 |
| 5.4.6. CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DESDE EL PRINCIPIO DEL TORQUE | 60 |
| 5.4.7. LA PROPIEDAD PESO COMO MAGNITUD | 67 |
| 5.4.8. CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO | 73 |

| | |
|---|------------|
| 5.4.9. LA NECESIDAD DE INSTAURAR UNA UNIDAD PATRÓN: UNA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA | 75 |
| 6. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS | 79 |
| 6.1. PROCESOS DISCURSIVOS | 80 |
| 6.1.1. PROCESOS DISCURSIVOS QUE DAN CUENTA DE UNA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL CONOCIMIENTO | 80 |
| 6.1.2. CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO | 80 |
| 6.2. PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL: Acuerdos y desacuerdos | 81 |
| 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 82 |
| 7.1. PROCESOS DISCURSIVOS | 82 |
| 7.1.1. PROCESOS DISCURSIVOS QUE DAN CUENTA DE UN CONOCIMIENTO MEDIADO POR EL ENTORNO Y UN SABER DISCIPLINAR | 82 |
| 7.1.2. EXPLICACIONES EN TORNO A LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO | 88 |
| 8. DISCUSIONES FINALES | 92 |
| 9. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE TRABAJO | 94 |
| 10. REFERENCIAS | 97 |
| 10.1. BIBLIOGRAFÍA | 97 |
| 10.2. CIBERGRAFÍA | 100 |
| ANEXOS | 101 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|------|
| Anexo 1: Solicitud de autorización a padres de familia | 101 |
| Anexo 2: Guía de observación de clase | 102 |
| Anexo 3: Episodio | 104 |
| Anexo 4: Entrevista grupal semi-estructurada | 105 |
| Anexo 5: Actividad 1. Las propiedades de los cuerpos | 106 |
| Anexo 6: Actividad 2. Exploración y clasificación de las propiedades de los cuerpos | 109 |
| Anexo 7: Actividad 3. Construcción de instrumento para el ordenamiento del peso de los cuerpos | 111 |
| Anexo 8: Actividad 4. Comparación de peso de los cuerpos con una unidad patrón – Proceso de medición | 113 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Momentos de aplicación de instrumentos | 36 |
| Tabla 2. Categorías A-priori | 79 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Fuerza centrípeta de acuerdo a la ubicación en La Tierra | 38 |
| Figura 2. Principio de la palanca | 46 |
| Figura 3. Brazos en equilibrio | 46 |
| Figura 4. Brazo con platos en equilibrio | 47 |
| Figura 5. Brazo con indicador para marcar estado inicial | 47 |
| Figura 6. Instrumento construido | 50 |
| Figura 7. Brazo apoyado en el centro de masa | 52 |
| Figura 8. Punto de apoyo del brazo en todo su centro | 53 |
| Figura 9. Volumen del brazo (Longitud de aristas) | 53 |
| Figura 10. Centro de masa en un punto P a una distancia r | 54 |
| Figura 11. Porción del brazo de grosor dx | 55 |
| Figura 12. Centro de masa = centro geométrico | 56 |
| Figura 13. Fuerzas C1 y C2 aplicadas a ambos lados del brazo | 57 |
| Figura 14. Análisis de las fuerzas aplicadas al brazo | 57 |
| Figura 15. Cambio del centro de masa por las fuerzas aplicadas al brazo | 58 |
| Figura 16. Inclinação de la balanza de acuerdo a las fuerzas aplicadas | 58 |
| Figura 17. Cambio del centro de masa y del estado de equilibrio | 59 |
| Figura 18. Análisis de las fuerzas aplicadas al brazo | 59 |

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 19. | Punto de apoyo a una distancia del centro de masa | 61 |
| Figura 20. | Cambio de posición del centro de masa al aplicar fuerza | 61 |
| Figura 21. | Análisis del cambio del centro de masa desde el torque | 62 |
| Figura 22. | Diagrama de torque por centro de masa y fuerza aplicada | 62 |
| Figura 23. | Indicador para análisis de desnivel | 63 |
| Figura 24. | Diagrama del torque generado por las fuerzas aplicadas | 65 |
| Figura 25. | Variación del punto de apoyo del brazo | 68 |
| Figura 26. | Variación del punto de apoyo del brazo | 68 |
| Figura 27. | a: cuando el punto de apoyo está en su centro de masa, se observa que el instrumento no hay movimiento. | 68 |
| | b y c: cuando se le da un pequeño empujón a uno de los lados del brazo del instrumento, habiendo estado en equilibrio, se observa que queda inclinada debido al empujón, estando todavía en equilibrio, pues no hay movimiento. | 69 |
| Figura 28. | Indicador para verificar estado inicial | 73 |
| Figura 29. | Instrumentos diseñados por los estudiantes | 90 |

INTRODUCCIÓN

En nuestro contexto, con relación a la enseñanza de la física, se afirma que no sólo la teoría hace parte del conocimiento en el aula, la experimentación hace parte también de ese conocimiento y que por tanto no se debe dejar de lado. Al respecto es importante que se piense en involucrar la actividad experimental como una forma de pensar y razonar en la enseñanza y como forma de aportar al conocimiento científico. Pero el pensar en que se debe involucrar la actividad experimental no es suficiente, es pensar también en cómo orientarla y con qué intención; puede utilizarse la experimentación como un ente verificacionista de las leyes físicas, a lo cual pasaría a un segundo plano, pero también puede pensarse la actividad experimental como aquel que va a la par con la teoría y se complementan mutuamente. Vista de esta forma puede pensarse en la experimentación como potenciadora del conocimiento científico.

En este sentido, es necesario seguir pensando en formas alternativas de llevar la actividad experimental al aula, que se acoplen a las formas contemporáneas de enseñanza de la física. Por tanto, este trabajo apuesta por una mirada a la actividad experimental desde el análisis de los fenómenos a través del instrumento de medida, que a su vez permiten la construcción del conocimiento científico.

Consideramos que el conocimiento no se imparte, se construye y esa construcción está determinada por el contexto y las formas de vivencia. Para esto, es necesario un proceso de recontextualización del conocimiento que se ajuste a la mirada contextual de la ciencia, pues estamos de acuerdo en que es más enriquecedor hablar de un fenómeno físico cuando hay una construcción y una apropiación, pues lo que se diga en el aula no será ajeno a lo propiamente vivido.

Nuestro trabajo de investigación propende por una mirada alternativa a la actividad experimental y una reconsideración del instrumento como ente que

permite construir los fenómenos físicos y que es quien permite hablar de ellos, proporcionando discursos relacionados con las formas de comprensión de los fenómenos y de comunicación con el contexto en el que se está inmerso.

Este trabajo además está abordado desde un enfoque cualitativo, donde se hace un proceso de recontextualización de la medida del peso a partir de la construcción de un instrumento para llegar a su medida, como forma de comprensión del fenómeno, además de servir como fuente para la construcción de las actividades propuestas en el aula. Dicho trabajo se implementó en el grupo décimo de la Institución Educativa Francisco Miranda ubicada en el municipio de Medellín.

La intención de llevar el trabajo al aula era analizar cómo el proceso de construcción de un instrumento para estudiar el peso de un cuerpo permite potenciar espacios de discusión y a su vez construir conocimiento de forma colectiva. Para ello se consideró pertinente analizarlo a través de un estudio de caso instrumental, donde se encontró una variedad de formas discursivas mediadas por el instrumento y el entorno, analizadas a partir de los aspectos teóricos de Basil Bernstein.

1. JUSTIFICACIÓN

Es sabido la necesidad que se tiene en la educación de plantear formas alternativas que permitan orientar mejor la enseñanza de las ciencias, y más concretamente la enseñanza de la física.

Desde este punto de vista, se tiene que el enfoque que se le está dando a la actividad experimental en el contexto actual, tiene marcada una tendencia a usarla como un agente verificacionista y comprobador de leyes, componente importante en el desarrollo del método científico, cuyo objetivo permite la contrastación y por ende la falsación de una teoría, para un desarrollo de la ciencia (Lakatos, 1987). Sin embargo, Gil Pérez, Valdés Castro, P (1996) y Hodson (1994) sostienen que esta forma de llevar dicha actividad al aula, difícilmente permite un espacio para la construcción y conceptualización de los fenómenos físicos, además que da la imagen de una ciencia acabada, con una verdad absoluta que sólo hay que conocerla y no construirla, evitando desarrollar un espíritu crítico frente a ella.

De acuerdo a esto y a pesar de que diversas investigaciones están promoviendo el trabajo experimental, de una manera que permita el desarrollo del conocimiento, involucrando la ciencia como un constructo social, tal como lo plantean Ayala y Malagón (2004) se habla de un contexto socio-cultural que está incorporado a un grupo humano y de una cultura científica donde se incorpora un grupo de sujetos con hábitos especiales, la enseñanza de las ciencias debe permitir hacer nexos entre ambos, para que permita concebir la ciencia como construcción colectiva dentro de un grupo social; sin embargo, en el aula no se evidencia una acogida al respecto ya que se le está brindando prioridad al manejo de equipos, presentación de informes correspondientes a observaciones y a explicaciones matemáticas o bien, seguir unas instrucciones que al final se convierten en un manual o recetario que pide un producto final, logrando con esto

llevar a un segundo plano la adquisición y la comprensión del fenómeno y de los conceptos físicos característicos del mismo (Hodson, p. 304; Borda y Herazo, 2010).

Acorde con lo anterior, este trabajo de investigación busca una articulación de la actividad experimental a las formas contemporáneas de ver la ciencia, donde lo teórico y lo práctico se complementan y permiten no sólo hablar de los fenómenos sino también crear procesos discursivos donde se muestre la incidencia del contexto en esa construcción.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que aún se hace necesario pensar en formas alternativas para la enseñanza de la física, ya que la actividad experimental usualmente se muestra como un momento en el aula y en algunas ocasiones como un complemento de la teoría; se hace importante realizar un análisis sobre las diversas problemáticas que esto conlleva, entre las cuales tenemos el poco desarrollo conceptual del estudiante a través del trabajo experimental, que radica, muchas veces, en la forma como el docente está abordando los contenidos en el aula sin una estructura que le permita desarrollar procesos de re-contextualización y re-conceptualización de saberes a través de dichos trabajos (Romero, 2011).

En cuanto a la formación de conceptos y a su naturaleza de concepción y reconstrucción, debe haber una estrecha relación entre el aprendizaje conceptual y la actividad cognitiva por parte del estudiante, donde él mismo construye relaciones y propiedades a través de la observación, la manipulación y una interacción directa con el saber, que permita a su vez, la implicación directa del estudiante en la construcción del fenómeno que se desea representar. A este planteamiento, Valdés y Valdez (1999) resaltan que para enfrentar con profundidad el problema de la formación de conceptos y su transformación científica, es necesario conocer el origen de dicho problema. Señalan además que es importante conocer cuáles son las representaciones que cada estudiante hace de lo que observa y de cómo reflexiona e interpreta a partir de ello (concepciones alternativas), esto es, el conocimiento superficial y a partir de allí llegar a un proceso de recontextualización del conocimiento impartido, lo cual es de suma importancia al momento de implementar las diversas estrategias metodológicas en el aula.

A lo que nos referimos con recontextualización de conocimientos es, en concordancia con la teoría de Berstein (Graizer y Navas, 2011), aquel proceso global de apropiación y distribución de conocimiento entre grupos sociales, donde el conocimiento científico debe sufrir ciertos cambios en la manera de llevarlos al aula. Tales cambios no solo hacen alusión a una reorganización del conocimiento científico, sino también a una manera en que el docente debe llevar su discurso a un punto tal que el estudiante cambie poco a poco su mirada hacia la ciencia y se haga participe de su construcción.

Pero un proceso de recontextualización de conocimientos, requiere que el estudiante desarrolle modos de observar, de relacionarse, de pensar, de hablar, de hacer y en especial la capacidad de unir todos estos aspectos (Arcá, Guidoni y Mazzoli, 1990), lo cual le dará la oportunidad de acceder a una educación para desarrollar hábitos que den cuenta de la necesidad de involucrarse en la construcción de la ciencia.

Por esta línea, se puede reflexionar en torno a la gran importancia que cobra el trabajo experimental ya que, en conjunto como lo propone el Ministerio de Educación Nacional (MEN, S.F.), permite configurar el referente concreto de las ciencias naturales, invita al estudiante obtener y evaluar indicios, usar e interpretar información y utilizar adecuadamente instrumentos de medición; por otro lado se propende por desarrollar la curiosidad, suscita las discusiones, demanda reflexión, elaboración de hipótesis y espíritu crítico, enseña a analizar los resultados y expresarlos correctamente (Carrascosa, 2006).

De ahí que, siendo partícipes de esa forma de ver la actividad experimental, se propone mostrar otra forma de estudiar los fenómenos físicos en el aula, abriendo espacios que permitan al estudiante interactuar con dichos fenómenos, en el cuál se hace evidente resaltar la importancia de las diferentes posturas, argumentos y explicaciones por parte del estudiante, que en conjunto se va construyendo un conocimiento colectivo, además de establecer criterios que conduzcan a resolver problemas presentados en el aula.

Dentro de la actividad experimental, el papel del instrumento debe jugar un rol diferente al que comunmente se le da en el aula. El instrumento debe ser aquella herramienta que permite llevar al aula una visión diferente de lo que es un fenómeno natural. El proceso de construcción de un instrumento de medida, por muy simple que sea, abre la posibilidad de ir formando un fenómeno, descubriendo aspectos que quizá no surgirían sin la interacción directa con este. La construcción de un instrumento permite también organizar explicaciones respecto al fenómeno que se va formando, permitiendo así que dentro del aula surjan formas de pensar colectivas y por tanto construcción de conocimiento.

En esta línea, consideramos que un fenómeno no debe mostrarse como algo que ya existe, el fenómeno se construye y el instrumento es determinante en tal construcción. Por dicha razón, este trabajo está enfocado en crear una forma alternativa de enseñanza que parta por el análisis de lo que entendemos por peso a través de la construcción de un instrumento que permita tal análisis.

2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cuando se habla de un fenómeno en el aula, muchas veces se muestra como algo que ya existe y que solo hay que saberlo, donde en la mayoría de casos no se abre la posibilidad de que el estudiante se cuestione sobre lo que se está diciendo y más cuando dentro del aula no se permite hacerlo, mostrando así la forma como el docente concibe la ciencia.

Así pues, la reflexión que surge al respecto es el sentido que se le está dando a la actividad experimental, donde su carácter relevante pasa a un segundo plano. La actividad experimental debe mostrarse como aquella que, en conjunto con la teoría, permiten construir conocimiento de forma colectiva y para esto se propone que una forma alternativa de llevar el conocimiento al aula es recontextualizando tal conocimiento de acuerdo a las necesidades de un grupo.

Consideramos por tanto que una forma de dar una nueva mirada a la actividad experimental en el aula, es reconsiderando el carácter potenciador de reflexiones y posibilitador de conocimiento colectivo que tiene el proceso de construcción de un instrumento de medida, además de ser una herramienta que permite que un fenómeno se construya. De esta forma, se opta por analizar el peso a través de la construcción de un instrumento que permita hacerlo, pues este tipo de fenómenos es uno de los que más connotaciones tiene al momento de hablar de él en el aula. Creemos además que en dicho proceso de construcción, se propende por dar una imagen distinta a la ciencia, donde el conocimiento se construye de manera colectiva.

2.2. PREGUNTA PROBLEMATIZADORA

A partir de lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el proceso de construcción de un instrumento para estudiar el peso de un cuerpo puede potenciar espacios de discusión donde se resalten las formas colectivas en la construcción del conocimiento?

2.3. PREGUNTAS ORIENTADORAS

¿Cómo describir un proceso de recontextualización que oriente el diseño de una ruta estructurada para las actividades propuestas en el aula?

¿Cómo, mediante el proceso de construcción de un instrumento se identifican los procesos asociados al estudio del peso de un cuerpo?

¿Cómo potenciar espacios donde se evidencien relaciones discursivas con la construcción de un instrumento?

3. PROPÓSITOS

3.1. PROPÓSITO GENERAL

Identificar mediante un proceso de recontextualización sobre el estudio del peso, los procesos discursivos donde se resalten las formas colectivas de pensamiento en la construcción del conocimiento.

3.2. PROPÓSITOS ESPECÍFICOS

- Describir un proceso de recontextualización que oriente el diseño de una ruta estructurada para las actividades propuestas en el aula.
- Resaltar, mediante la construcción de un instrumento, los procesos asociados al estudio del peso de un cuerpo.
- Identificar las relaciones discursivas que surgen en el aula durante el proceso de construcción de un instrumento.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. SOBRE LOS PROCESOS DISCURSIVOS Y DE RECONTEXTUALIZACIÓN

Los aportes de Basil Bernstein acerca de los procesos discursivos han sido presentados bajo una postura teórica establecida en obras como: La construcción social del discurso pedagógico donde toma aspectos relevantes en cuanto a la construcción del discurso relacionando aspectos socioculturales y la argumentación dentro de un entorno social.

Para esto, se tendrá en cuenta un aspecto muy importante y es el papel que se le está dando a la enseñanza de las ciencias, donde se puede percibir la forma como el docente lleva el conocimiento al aula. Este punto trae consigo muchas reflexiones sobre el qué enseñar y cómo hacerlo, de ahí que para nosotros sea necesario hacer énfasis en construir formas alternativas para la enseñanza de este campo de conocimiento, y la manera como creemos que debe ser llevada al aula en estos tiempos donde la ciencia es mirada de forma diferente.

Acorde con lo anterior, pensamos que la ciencia debe ser llevada al aula de una manera que el estudiante pueda percibirla como un ente inacabado, que está en constante desarrollo y que su papel es involucrarse crítica y activamente en su construcción, para esto el lenguaje juega un papel importante en el discurso presentado por el docente dentro de un proceso de un recontextualización.

Antes de hablar en el aula de conceptos como peso, centro de masa o equilibrio, se pretende entrar en un proceso de análisis de cómo estos conceptos son utilizados en la ciencia y la forma como son llevados al aula, como forma de comprensión de algún fenómeno. Así pues, el modo en que se presenta el discurso en el aula por parte del docente e incluso del mismo estudiante acerca de

cómo concibe dichos conceptos se hace relevante, pues muchas veces las concepciones de algo cambian dependiendo del contexto. El proceso por el cual se da un discurso, según el contexto, reorganizándose dentro de un espacio pedagógico, es llamado recontextualización, Al respecto, Bernstein (1981) la define como el movimiento de los textos, prácticas del contexto primario de producción discursiva al contexto secundario de reproducción discursiva.

Desde la escuela, los niños van formando unas bases académicas de lo que es la ciencia, y la forma de relacionarse con ella en el entorno es donde se empieza con la construcción de un discurso por parte de cada uno, siendo este controlable por la cultura dominante de la escuela. En este sentido, los consensos que se dan en el aula sobre un aspecto determinado, están ligados de acuerdo al objetivo ideológico del discurso dominante de la escuela, donde se fijan y orientan a posiciones deseadas a los sujetos (Bernstein y Díaz, 1993). Por tanto, no sólo el entorno es el que determina la mirada de la ciencia hacia el sujeto, sino también la escuela, la cual determina una orientación de cómo debe ser mirada la ciencia, según ciertos intereses e ideologías por parte de ella.

A partir de lo anterior se resalta la importancia de organizar el discurso, rescatando las bases sociales y culturales con ayuda de teorías, nuestro propio conocimiento y con el entorno. Así pues, si un discurso en el aula se presenta como individual o como el producto de una conciencia particular, es consecuencia de una relación que los sujetos crean con otros discursos en la sociedad (Bernstein y Díaz, 1993). Lo que se considera como un discurso propio, viene ligado implícitamente todo un constructo que ha surgido de la sociedad y la escuela.

Cuando se inicia un proceso de recontextualización es claro tener definido el discurso a dar en el aula, teniendo en cuenta el valor de lo social y lo cultural pues son raíces que no deben dejarse de lado y más cuando son entes que determinan al sujeto y sus relaciones con el entorno. En este sentido, para que un sujeto pueda construir un discurso acerca de la construcción de un conocimiento, se hace importante involucrarse en las reflexiones que surjan con respecto al fenómeno, es decir que ese discurso pueda ser mediado por la actividad

experimental; es claro que es más fácil hablar de lo que se construye cuando se experimenta, cuando se reflexiona y se construye el conocimiento que cuando sólo es mencionado, eso sí que esa construcción de ese conocimiento debe pasar por la conciencia para que se pueda dar un sentido crítico y no simplemente la aceptación de un discurso ajeno a su entorno social.

Al respecto, Bernstein (2000) sostiene que la distribución y posterior regulación del conocimiento en la sociedad se llevaría a cabo a través de lo que él llama, el dispositivo pedagógico. Tal dispositivo comienza en un campo donde el conocimiento es producido y posicionado, en nuestro caso, el contexto científico. Luego de esto pasa por el campo de la recontextualización, donde se presenta una selección del campo de producción, apropiado y posicionado al contexto educativo y finalmente llega al aula, donde se hará uso a partir de sus agentes educativos.

En este sentido, el discurso presentado en el aula constituye una forma de comunicación organizada mediante la cual se recontextualizan y construyen discursos primarios que inicialmente poseen sus propias reglas de producción y regulación, con el propósito de formas de reproducción cultural.

Sobre el discurso horizontal y discurso vertical

Es el docente quien cumple un papel principal en cuanto a regulación de formas de pensar el mundo y de actuar en él, donde se da una valoración social y cultural. Por ello la recontextualización de saberes está determinada por las intenciones propias de la comunidad educativa, especialmente del docente, quien fija los intereses que se tienen en la enseñanza de las ciencias.

Acorde a esto, Berstein (1990) sostiene que los conocimientos mejoran la identidad y conciencia de los sujetos, de igual forma las relaciones entre ellos.

Tal especialización ocurre en contextos específicos donde los discursos están regulados y poseen sus propias características. Bernstein distingue dos formas de discurso, el **discurso horizontal** (propios del sentido común y cotidiano) y el **discurso vertical** (propios de lo académico y disciplinar). El primer discurso tiende a ser de tipo oral, local y dependiente del contexto y por tanto puede no tener relación alguna con las formas de lenguaje y producción de conocimiento en otros contextos. El segundo discurso tiende a ser especializado, independiente del contexto y estructuralmente organizado. Los discursos verticales son obtenidos gradualmente a lo largo del tiempo. Al respecto Manghi (2009) cita a Morais y Neves (2004) para referirse a que este tipo de discurso es adquirido necesariamente mediante la recontextualización y producción de saberes.

Dentro del discurso vertical, Bernstein (1990) divide este tipo de discurso en dos estructuras, **estructura horizontal** y **estructura jerárquica**. La estructura de conocimiento horizontal está constituida por lenguaje segmentado y especializado, modos y principios específicos. La cultura humanista se puede acoplar a esta estructura. Por otro lado, La estructura de conocimiento jerárquico apuesta por una comunidad orgánica, con patrones estándares y supuestos comunes. Además, en esta estructura, las nuevas disciplinas y todo el conocimiento y lenguaje que ellas poseen, se acoplan en un solo principio que es explícito y coherente. La cultura científica se acomoda a esta estructura.

La estructura horizontal y estructura jerárquica, se diferencian según dos criterios. El primero se relaciona con la manera en que se desarrolla la teoría, a lo que Bernstein (2000) denomina lenguaje de descripción interno. Los conocimientos de estructura horizontal no constituyen una estructura unitaria sino plural y por tanto está compuesta por una serie de lenguajes paralelos. Cuando las teorías se enmarcan en este tipo de estructura, se desarrollan introduciendo nuevos lenguajes, nuevos conjuntos de preguntas, nuevas problemáticas y sobretodo, nuevos hablantes. Por otro lado en los conocimientos de estructura jerárquica, la teoría se desarrolla a través de la integración, dirigiéndose a una estructura unitaria.

El segundo criterio en que se diferencian es en cuanto a la gramaticalidad, es decir, en cómo la teoría da cuenta del mundo o cómo las afirmaciones teóricas se relacionan con los predicados empíricos. Bernstein (2000) se refiere a este aspecto como “lenguaje de descripción externo”. Además sostiene que una gramática fuerte permite el desarrollo de estructuras jerárquicas de conocimiento, generando consenso en comparación con otras teorías alternativas. Las gramáticas débiles remiten a estructuras horizontales de conocimiento, donde los conocimientos y las formas discursivas llevan más bien al disenso (Muller, 2007). La ciencia por ejemplo, corresponde a disciplinas de estructura horizontal de conocimiento, pero sus gramáticas serían relativamente fuertes, acercándose así a una estructura de conocimiento jerárquica.

El discurso horizontal y vertical marcan las relaciones propias entre lo disciplinar y el contexto permitiendo así aspectos propios de una construcción colectiva de pensamiento mediadas por el lenguaje.

4.2.LA EXPERIMENTACIÓN EN LA CLASE DE FÍSICA COMO ESCENARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Como es sabido, la actividad experimental ha pasado por un recorrido histórico, epistemológico y evolutivo, donde se resalta que para la enseñanza de la física la base primordial es el experimento, entendiendo este como el espacio donde se desarrollan habilidades como la observación, la descripción, la búsqueda de soluciones y explicaciones a diversos problemas y fenómenos que queremos estudiar; es un espacio de exploración, de interacción y reflexión sobre los fenómenos.

Es claro que desde que se nace, ya se está teniendo contacto con un mundo lleno de sucesos que no tienen explicación hasta que no se exploran a fondo, hasta que no se convierten, por así decirlo, en objeto de estudio, además partiendo de que inicialmente éste hace parte del conocimiento común de un

grupo de personas que también han reflexionado sobre el mismo y que a su vez cada uno va formando, a partir de su experiencia con el fenómeno su propia representación, buscando continuamente explicaciones a esos fenómenos del mundo que nos rodea.

Es común pensar que la actividad experimental es un medio en el que se pretende facilitar o ambientar la clase de física de manera que sea dinámica, o simplemente para incorporarla como un espacio pedagógico externo a la clase, donde se verifican teorías o se interactúa con instrumentos para aprender a medir ciertas propiedades de los cuerpos, sin tener en cuenta cómo es el funcionamiento para que tal instrumento muestre ciertos valores, como el caso de la balanza o gramera. Para el desarrollo de esta investigación, esa mera concepción de la actividad experimental no es suficiente, ya que no se alcanza a reflexionar y a analizar lo que hay más allá de ver el instrumento como una herramienta, lo que hay más allá de lo que el fenómeno nos va mostrando cada que vamos profundizando en su estudio, es importante que la actividad experimental permita crear cuestionamientos a nivel individual y grupal, resaltar la necesidad del trabajo en equipo, el trabajo colaborativo donde se haga indispensable, desde la propia experiencia y en el cual no sólo se potencia cognitivamente, sino que también es posible que asimilen las destrezas experimentales del método científico y de la investigación.

La orientación hacia las ciencias está enmarcada en la mera asimilación y aplicación de fórmulas en problemas de lápiz y papel, dificultando la construcción y haciendo de lado actividades que son más de corte práctico, vivencial y más común para el estudiante; de acuerdo con esto, Daniel Gil Pérez y otros (1999) afirman que la separación de lo práctico con lo teórico puede constituir un serio obstáculo para una efectiva renovación de la enseñanza de las ciencias.

Desde estos puntos de vista, pensamos que para acceder a un conocimiento científico se hace necesario precisar y dar valor al conocimiento común, es importante resaltar que el pensamiento se construye con la articulación entre estos dos, pues, es desde el conocimiento común que se pueden introducir nuevos

modelos para incrementar los horizontes de los alumnos y reconocer los procesos históricos de cada uno de ellos.

Como lo resalta Guidoni, es evidente que para acceder a la construcción de un conocimiento científico, es necesario tener en cuenta el conocimiento común, es decir, nunca accedemos al conocimiento sin ningún elemento construido anteriormente, lo importante es articular los conocimientos que se poseen con los que se adquieren en el proceso de construcción del conocimiento.

Teniendo en cuenta que diversas investigaciones están promoviendo el trabajo experimental, de una manera que permita el desarrollo del conocimiento, involucrando la ciencia como un constructo social, Ayala y Malagón (2004) hablan de un contexto socio-cultural que está incorporado a un grupo humano y de una cultura científica donde se incorpora un grupo de sujetos con hábitos especiales. La enseñanza de las ciencias debe permitir hacer nexos entre ambos, para que permita concebir la ciencia como construcción socio-cultural

Pero esta reestructuración conceptual, requiere que el estudiante desarrolle modos de observar, de relacionarse, de pensar, de hablar, de hacer y en especial la capacidad de unir todos estos aspectos (Arcá, Guidoni y Mazzoli, 1990), lo cual le dará la oportunidad de construir un discurso que ya no será ajeno a él por haberse involucrado de manera activa en esa construcción, de esta manera también podrá hábitos que den cuenta de la necesidad de involucrarse en la construcción de la ciencia.

Ahora bien, al involucrarse en esa construcción, se hace alusión no solo a lo que el conocimiento científico ofrece, sino también a la configuración de representaciones causadas por la misma interacción con el mundo y los sujetos de la sociedad.

Asimismo, concibe Bernstein la educación como ese espacio donde se presentan espacios de transmisión cultural y constituye un dispositivo de control,

reproducción y cambio de las formas de experiencia, configurado por las modalidades dominantes de estructuración cultural (Díaz, 1993).

4.3. SOBRE EL DISCURSO Y SU RELACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO: UNA MIRADA DE LATOUR Y WOOLGAR DESDE LA ANTROPOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Latour y Woolgar (1995), en su libro *La vida en el laboratorio: La construcción de los hechos científicos*, tienen como propósito descubrir aquellos aspectos que son propios de una cultura dentro de la actividad científica. Así pues, estos autores sostienen que los científicos dentro de su actividad están en un constante debate, además que entre ellos prima el papel de convencer y ser convencidos a partir de las construcciones discursivas que hacen referentes a cierto fenómeno y que una vez aceptadas, se dan como hecho.

Cabe resaltar que Latour y Woolgar pretenden en su trabajo dar una mirada distinta a la actividad científica y propenden por resaltar aspectos que trascienden dentro de las dinámicas del laboratorio. En este punto, Latour argumenta que una persona dedicada a la actividad científica, como otra que no lo está, como un antropólogo por ejemplo, construyen entre ambos conocimiento científico y que son los elementos propiamente culturales los que permiten tal relación, dando así predominio a las formas de comunicación y al lenguaje un papel relevante en un ambiente sociocultural

Los autores hablan además sobre carácter del instrumento como productor de inscripciones gráficas y que se tomarán como forma de explicación de algún fenómeno, es decir, que es el instrumento quien proporciona aquellos datos, figuras, resultados que a partir de cierta observación se dan y que posteriormente serán seleccionados para los fines previstos.

En relación con lo anterior, dentro de la actividad científica no sólo la observación, experimentación y análisis hacen parte de este quehacer, sino que

también la producción literaria es un común dentro de esta actividad y es por esto que Latour y Woolgar se refieren a estos tipos de producción como Instrumentos de Inscripción gráfica, haciendo alusión al instrumento como ente que permite las construcciones literarias como forma de comunicación con ellos mismos y con la comunidad en general. En este sentido, son los elementos del instrumento, o una configuración de los mismos, que pueden transformar una sustancia material en una gráfica o diagrama que pueda ser utilizable para los científicos en un estudio determinado.

De esta forma, los instrumentos de inscripción gráfica, vistos desde esta perspectiva, son construcciones supeditadas a los procesos discursivos, siendo estos además sometidos a discusión dentro de la actividad científica. Las inscripciones gráficas, en su mayoría, son generadas por los instrumentos con los que se analiza cierto fenómeno y que se discutirán posteriormente bajo determinada teoría.

Dentro de esta línea, destacamos a Bachelard (1975), quien concibe a esta forma de utilización del instrumento como fenomenotecnia, en donde es el instrumento quien organizado para determinada función permite hablar de aquello que dentro de las gráficas, inscripciones y datos, se está observando. Bachelard hace énfasis en la importancia del instrumento como algo que trasciende de la mera medición, al comentar que la utilización de los instrumentos de inscripción, una vez que se dispone del producto final, se olvidan todas las etapas intermedias que posibilitaron su producción.

Con estas consideraciones dadas desde los trabajos de Latour y Woolgar es posible establecer una relación estrecha entre la actividad propia del científico y el papel que se le da al lenguaje en este campo, siendo el instrumento el intermediario en esta relación.

5. METODOLOGÍA

En el contexto de la enseñanza, en especial la enseñanza de la física, los estudiantes son parte activa en la construcción del conocimiento. En consecuencia, los estudiantes son los actores principales en las investigaciones correspondientes a la enseñanza, por lo tanto, al establecer las particularidades de cada uno de los agentes, se evidencian múltiples variables, lo cual ofrece gran campo de acción. De este modo, al querer caracterizar a cada uno de los agentes dentro de la investigación, es necesario que este estudio se realice bajo un **paradigma cualitativo**, ya que este nos permite una individualización del objeto o fenómeno de estudio por medio de características exclusivas, además de centrar el análisis en descripción de dichos fenómenos y no en la medición de variables como magnitudes medibles (Cerdeña, 2011).

Acorde a lo anterior, y dado que el propósito de esta investigación hace referencia a desarrollar actividades que propendan la experimentación en la clase de física, dicha investigación se centrará en analizar cómo surge la construcción colectiva de la propiedad peso de un cuerpo a partir de actividades grupales, que a su vez permita construir procesos de medibilidad de las propiedades, y desde allí identificar qué tipo de relaciones e imágenes de ciencia surgen al momento de involucrar al estudiante en estas actividades.

Por otra parte, al analizar la forma de actuar de un grupo social frente a una situación problema planteada, se toma en cuenta lo que se refleja mediante el discurso, que de manera individual y permeado por lo que la experiencia a cada uno le ha enseñado, da una aproximación a cómo se realiza la construcción de ese conocimiento, develado en la forma como se construye y presenta dicho discurso, pues este es construido de acuerdo a la consolidación de las ideas que cada individuo del grupo haya construido y vivido dentro de su entorno social.

5.1. ESTUDIO DE CASO INSTRUMENTAL

Así pues, para dar cuenta de lo que se pretende estudiar, se considera adecuado analizarlo mediante el método de **estudio de caso instrumental**, dado que, resulta pertinente para este tipo de labor, ya que según Stake (2005), este tipo de estudio de caso, está al servicio de la construcción de una teoría (conocimiento), además que por medio de éste *“se pretenden generalizar a partir de un conjunto de situaciones específicas. El caso se examina para profundizar en un tema o afinar una teoría, de tal modo que el caso juega un papel secundario, de apoyo, para llegar a la formulación de afirmaciones sobre el objeto de estudio”*. (Stake, 2005)

5.1.1. DEFINICIÓN DEL CASO

Cuando el estudio de caso instrumental estudia un caso, se tiene un interés especial en él, donde se busca el detalle de la interacción con sus contextos y es precisamente en nuestro estudio donde se pretende analizar esa relación que se da en un grupo social y su entorno en la construcción del conocimiento.

El caso a estudiar tiene un interés particular y su relevancia radica en analizar cómo el proceso de construcción de un instrumento para estudiar el peso de un cuerpo posibilita en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Francisco Miranda potenciar espacios de discusión y a su vez construir conocimiento de forma colectiva.

5.1.2. CONTEXTO

Para nuestro estudio de casos, se tendrá la participación de 3 grupos de estudiantes, conformados por 3 estudiantes cada grupo del grado décimo de la Institución Educativa Francisco Miranda, ubicada en el municipio de Medellín, elegidos mediante parámetros descritos posteriormente; ya que sectores como la

educación están integrados por personas, que se asemejan y difieren en muchos aspectos, y que a su vez, a través de su vida construyen su conocimiento a partir de la interacción con el medio, reflexionando sobre lo que sus sentidos le muestran y lo que los grupos sociales le ofrecen, es decir que construyen su conocimiento de manera colectiva, y este estudio permite particularizar cada uno de estos casos, cada uno de los grupos (Stake, 1998).

Conforme a esto, es de suma importancia la caracterización del contexto en que se realizará la investigación, ya que influirá significativamente en el diseño, desarrollo y análisis de la propuesta. De esta manera, la institución donde se realizará nuestro estudio es de carácter oficial, ubicada en el municipio de Medellín, dado que por su ubicación centralizada, ofrece facilidad de acceso a los investigadores, además que se encuentra en medio de un contexto social diverso, rodeada de zonas de estratos 1, 2 y 3; la institución alberga estudiantes correspondientes a básica primaria, básica secundaria y media. Tal y como se expreso anteriormente y dado lo propuesto en los planes de estudio con respecto a la formación en física, la investigación se realizará particularmente en el grado decimo, que cuenta con un total de 78 estudiantes matriculados en dos grupos, cada uno conformado por total de 39 estudiantes, en edades comprendidas entre los 15-18 años.

5.1.3. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL CASO

Para la selección de los participantes se realizara teniendo en cuenta la intencionalidad de los investigadores, la selección se dará bajo los siguientes criterios: la disposición en la clase, el interés por participar en las actividades propuestas, la coherencia en el discurso hablado y escrito y la actitud frente al trabajo colaborativo (en grupos); estos criterios se hacen relevantes dentro de nuestro caso pues, según nuestros intereses y acorde a lo que plantea Stake (1998), los participantes que se seleccionen deben reunir aquellos criterios con el fin de que se pueda que se necesitan estudiar. Por tanto no es gratis que los

criterios resaltados anteriormente deban ser observados de manera clara. Así pues, se elegirán un total de 9 estudiantes que estarán conformando tres grupos de trabajo, los cuales para poder hacer parte de este estudio, se les pedirá un permiso firmado por los padres o acudientes conforme a la ley, por ser menores de edad (Anexo 1).

Para el pleno desarrollo de esta investigación se requiere un tiempo aproximado de 18 meses, repartidos en 3 semestres, en los cuales se llevaran a cabo la identificación del problema y el diseño de la propuesta; la planificación, elaboración y aplicación de los instrumentos en el aula y finalmente, el análisis y la elaboración de los informes para la exposición de los resultados obtenidos.

5.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Desde esta perspectiva, tenemos que para la planificación, elaboración y aplicación de los instrumentos en el aula, se necesitará un tiempo aproximado de 6 meses, los cuales están repartidos en 6 momentos y que para la intervención en el aula se estima un total de 6 sesiones.

En este proceso se implementaran los siguientes instrumentos.

5.2.1. OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE (Anexo 2):

Teniendo en cuenta que es de suma importancia para la investigadores la adecuada caracterización de los casos, la observación de estos le permite una mejor comprensión, dado que ayuda a familiarizarse con el caso (Stake, 2005); De ahí, que la guía de observación de la clase fue desarrollada bajo unos parámetros correspondientes al objetivo expuesto anteriormente, la forma que se utilizó fue retomada de la guía trabajada en el espacio de re contextualización Integración didáctica V, ya que nos parece pertinente al momento de la selección de los estudiantes.

Su constitución consta de tres subdivisiones por filas mostrando las áreas que se tendrán en cuenta al momento de la selección y unas divisiones por columnas donde en la primera se enumeran los criterios que constituyen cada área, en la segunda un valor numérico donde se resalta el grado en que el estudiante cumple con los criterios y por último, algunas observaciones a realizar.

5.2.2. EPISODIO (Anexo 3)

Como parte esencial del discurso de los estudiantes, se busca mostrar las diversas formas de expresión que ellos utilizan para resolver problemáticas o hechos expuestos mediante situaciones cotidianas; por lo cual la entrevista episódica es pertinente, dado que esta permite que el estudiante se exprese de acuerdo a su experiencia o desde los conocimientos que posee conforme a la temática que se guía por las preguntas hechas por el investigador (Flick, 2004).

Acorde a lo anterior, en la primera actividad se les entregará a los estudiantes una breve lectura, la cual tiene como propósito exponerles las diversas propiedades que posee un cuerpo, resaltando la propiedad “volumen” y con base en esta se planteará una situación con diversos objetos donde se dejen preguntas abiertas con el fin de que ellos analicen y expongan todas las posibles soluciones que le darían desde su experiencia.

5.2.3. ENTREVISTA GRUPAL SEMI-ESTRUCTURADA (Anexo 4)

Dada la utilidad que ofrece la entrevista semi-estructurada al momento de develar las opiniones o conocimientos de cada sujeto entorno a su realidad y del mismo modo sumarla a la de un colectivo (Stake,2005), además que al realizarla en grupo proporciona una ventaja al observar hasta qué punto las opiniones son o no compartidas. (Patton, 1990); es de suma importancia al momento de analizar los argumentos que surgen en los grupos al momento de construir conocimiento.

La entrevista consta de tres ítems generales (enseñanza de las ciencias, la experimentación y la imagen de ciencia) además de una situación cotidiana, las cuales se presentan en preguntas detonantes que permitan develar las concepciones que poseen los individuos sobre estos temas y además los acuerdos construidos al momento de resolverlas como grupo.

5.2.4. GRUPO DE DISCUSIÓN. PLENARIA

En relación con la construcción del conocimiento por parte de un grupo social, nos parece pertinente realizar un grupo de discusión, dado que este permite la construcción de ideas entorno a la interacción entre los participantes, obteniendo así sus interpretaciones (Morgan, 1988).

5.3. DISEÑO METODOLÓGICO

Conforme a lo anterior, las fases para la intervención de la investigación son:

FASE 1

En esta fase se tendrá como propósito primordial la planificación y definición de los criterios de selección, al igual del tiempo que se destinará para este, de igual forma se realizará el diseño y organización de los instrumentos que se pretende llevar al aula, cuya estructura permitirá mantener un enfoque de tipo cualitativo, además de la concepción que se tiene de ciencia.

FASE 2

En esta fase se efectuaran las primeras intervenciones en el aula, las cuales se desarrollaran con base en los momentos presentados en la Tabla 1.

FASE 3

En esta fase se realizará el diseño de los instrumentos de análisis de resultados obtenidos durante la intervención en el aula, la triangulación y organización de los mismos, al igual que la elaboración del informe.

| Momentos | Actividades | Propósitos |
|--|---|---|
| Elección de grupos para el estudio de caso | Sesión 1 Observación no participante (Anexo 2) Sesión 2 Actividades de indagación <ul style="list-style-type: none"> Entrevista grupal Semi-estructurada (Anexo 4). Actividad 1: las propiedades de los cuerpos (Anexo 5) Socialización de las actividades | Se pretende, a partir de las actividades recoger la información para analizar la posibilidad de elegir 3 grupos de estudiantes que muestren: <ul style="list-style-type: none"> Interés y disposición frente las actividades Participación en clase Autorización del acudiente (Anexo 1) |
| Comparación y Ordenamiento de pesos de cuerpos por medio de los sentidos | Sesión 3 Actividad 2: Exploración y clasificación de las propiedades de los cuerpos (Anexo 6) Socialización | <ul style="list-style-type: none"> Identificar cualitativamente el papel que cumplen nuestros sentidos al momento de observar ciertas propiedades de los cuerpos. Analizar las formas y estrategias que utilizan los grupos para clasificar cuerpos con peso no muy notable para los sentidos. Resaltar la necesidad de ir más allá de los sentidos, con la construcción de un instrumento que permita perfeccionar los procesos al momento de comparar y clasificar los pesos de los cuerpos. |
| Construcción de un instrumento para la clasificación de los cuerpos según el peso | Sesión 4 Actividad 3: Construcción de instrumento para el ordenamiento del peso de los cuerpos (Anexo 7) Socialización | <ul style="list-style-type: none"> Identificar los procesos y criterios necesarios para el estudio del peso de los cuerpos en la construcción del instrumento. Resaltar la necesidad de establecer consensos y tomar mediciones al momento de realizar el proceso de medición |
| Acercamiento al proceso de cuantificación y la necesidad de los consensos | Sesión 5 Actividad 4: comparación de peso de los cuerpos con una unidad patrón – Proceso de medición (Anexo 8) Socialización | <ul style="list-style-type: none"> Comparar los resultados de las medidas de cada grupo de un cuerpo con el mismo peso, de acuerdo a la unidad patrón que cada grupo estableció. Analizar las relaciones que se dan en los grupos para instaurar una unidad patrón, basados en los procesos discursivos que se dan en cada grupo. Despertar la curiosidad viendo la posibilidad de construir una balanza que tenga mejores resultados al momento de medir el peso de un cuerpo. |
| Cierre: Reflexión y análisis de la información recogida | Sesión 6 Socialización: reflexión de todo el proceso , discusión grupal Análisis de la información recogida e informe | <ul style="list-style-type: none"> Discutir, después de realizar todas las actividades los resultados obtenidos y los aprendizajes que quedaron. Analizar las actitudes de los estudiantes frente a los resultados. Estudiar el caso, a partir de los datos obtenidos, de manera que podamos resaltar los aspectos relacionados a la construcción social del conocimiento. |

Tabla 1. Momentos de aplicación de instrumentos

5.4.SOBRE EL PROCESO DE RECONTEXTUALIZACIÓN COMO RUTA PARA EL DISEÑO DE GUÍAS ORIENTADORAS

En este apartado se realizará todo un proceso de recontextualización acerca de la medida y análisis del peso, partiendo del uso de los sentidos como primer elemento que posibilitará tal análisis. Posteriormente la construcción de un instrumento como posibilitador de extensión de los sentidos y que permitirá establecer el peso de un cuerpo como una propiedad medible.

La intención de este proceso de recontextualización es proporcionar las guías de trabajo necesarias para la recolección de la información procedimental por parte de los grupos, además que hace parte del proceso por el que consideramos que el docente debe pasar como forma de apropiación del conocimiento y de reorganizarlo para presentarlo en el aula. De esta manera las guías serán parte de una elaboración propia de nosotros como investigadores y que no tendrán un propósito diferente que la recolección de información para su posterior análisis.

LA BALANZA COMO EXTENSIÓN DE NUESTROS SENTIDOS PARA EL ORDENAMIENTO DEL PESO

En la clase de física, muchas veces se habla de peso y los discursos presentados en el aula dan cuenta de ello como la propiedad de un cuerpo o como el producto de una interacción entre un cuerpo y la Tierra misma. Desde un punto de vista general, a nivel formal (la ciencia) se concibe el peso de un cuerpo como la fuerza que se da producto de una interacción. Existe una relación directamente proporcional entre la masa de la Tierra y la masa del cuerpo en cuestión e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

$$F = G \frac{M_t m}{r^2}$$

Visto esto desde un punto más riguroso, el peso de un cuerpo no depende solamente de la masa de la Tierra y de la distancia a la que se encuentre del centro de masa de la misma, sino también del punto donde se encuentre con respecto al eje de rotación donde, la fuerza centrípeta (debido a la rotación de la Tierra) influye en la medida del peso del cuerpo, además de la interacción con el Sol y los otros astros que de una u otra forma influyen en el cuerpo.

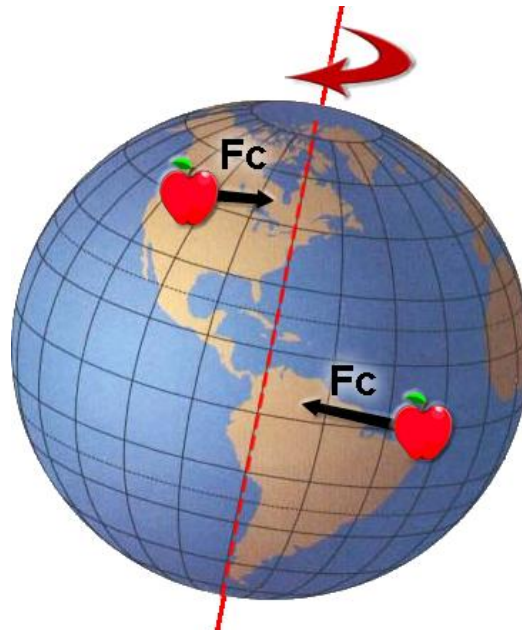


Figura 1. Fuerza centrípeta de acuerdo a la ubicación en La Tierra

Desde esta perspectiva, no pretendemos definir de una manera formal lo que se llama peso o lo que se llama masa, pues nuestro interés en la investigación trasciende de formalismos en torno a definiciones. En nuestro contexto, la definición del peso resulta ser producto de algo más local y al ser un asunto local, la cuestión de peso y masa resultan ser invariantes, pues la masa depende también de la gravedad, por tanto lo que suceda con la masa, sucede también con el peso. Además de esto, es común usar la palabra peso cuando en realidad se está refiriendo a la masa y nuestro interés no está centrado en cambiar la definición, ni mucho menos en definir que es el peso o la masa.

Para el desarrollo de esta investigación, partiremos con definir el peso como una propiedad que se le da a un cuerpo, observada a partir de la interacción con él y que se puede percibir cuando se intenta levantar o sostener en las manos. Dicha interacción con el cuerpo permite entonces analizar esa propiedad que se puede percibir más en un cuerpo que en otro y que para nuestro caso es de interés particular resaltar aquellos procesos de medibilidad por los que pasamos al analizar la propiedad peso de un cuerpo.

Tal propiedad incluso puede ser medible y existen variedad de instrumentos diseñados para ello, pero todo se resume a eso, a una simple medición, obviando todo el proceso por el que pasó el instrumento de medida y las etapas intermedias que posibilitaron su construcción, para llegar a concebir lo que se entiende por peso, descartando así el potencial que existe en tal proceso de construcción para un discurso en el aula tanto del docente como del alumno.

Para reflexionar en torno a la medida del peso, se ha de tener en cuenta un aspecto que resulta relevante y que ha sido partidario a las tendencias del discurso acerca de lo que se entiende por peso: el instrumento.

“Todos los instrumentos tuvieron una historia de constitución y casi que son en términos de Bachelard que hablaba de prácticas y teorías “reitificadas”, es casi una materialización de la teoría, pero una vez se utiliza, como que se olvida. La idea de la educación en ciencias es mostrar esa dialéctica y mostrar cómo es ese proceso de construcción que también puede darse. Ninguno de los fenómenos sobre los que se hablan podría existir sin él” (Romero, 2013).

Por dicha razón, antes de hablar de peso es importante sentar condiciones para probar que efectivamente esa propiedad llamada “peso” que tiene un cuerpo es medible, que se necesita un instrumento para su medición y que la construcción de tal instrumento permite elaborar un conocimiento de dicha propiedad. En la clase de física, muchas veces se habla de peso y los discursos presentados en el aula dan cuenta de ello como la propiedad que existe en un cuerpo o como el

producto de una interacción entre un cuerpo y la Tierra misma; para el desarrollo de esta investigación, se partirá de la definición del peso como esa propiedad de un cuerpo que me permite identificarla al alzarlo y ver que entre más tiene de esa cualidad, más dificultad me resulta sostenerlo o alzarlo. Tal propiedad incluso puede ser medible y existen variedad de instrumentos diseñados para ello, pero todo se resume a eso, a una simple medición, obviando todo el proceso por el que pasó el instrumento de medida y las etapas intermedias que posibilitaron su construcción, para llegar a concebir lo que se entiende por peso, descartando así el potencial que existe en tal proceso de construcción para un discurso en el aula tanto del docente como del alumno.

5.4.1. LOS SENTIDOS

Cuando se tiene cierto cuerpo y se pretende describir o cualificar, se observa que posee ciertas características y que se le atribuyen como propias; por ejemplo, que tiene cierto tamaño, forma, color, entre otras, que pueden ser percibidas por nuestros sentidos. Cuando se entra luego a especificar características comunes entre varios cuerpos, se podría pensar en analizar estas propiedades como un factor que se puede comparar, de ahí que se le asigne un significado. De manera que al realizar una descripción de varios cuerpos, se establecen ciertas relaciones o diferencias, como por ejemplo, un cuerpo es más oscuro que otro, o más grande (en términos de volumen), o más pesado, entre otros.

Dichas relaciones entre propiedades asociadas a los cuerpos podría permitir entonces establecer clasificaciones según categorías: color, tamaño, peso, olor, etc. Cuando hablamos de peso, por ejemplo, podríamos preguntarnos si al comparar dos o más cuerpos, hasta dónde es posible llevar tal proceso ¿será posible cuantificar tal propiedad? Y si es así ¿qué procedimiento será necesario para llegar a medir el peso de un cuerpo?

Al respecto Romero (2002) le da un sentido más profundo a tal propiedad concibiéndola como magnitud susceptible de asignársele un valor numérico, identificando así un proceso de medición. Así pues, a un peso determinado se le puede asignar una cifra numérica la cual representa el valor de tal propiedad. Sin embargo, tales implicaciones en el proceso de medición son pocamente tenidas en cuenta en la enseñanza de las ciencias.

Por otra parte Campbell (1921) argumenta que las propiedades que son medibles de un cuerpo tienen, de alguna manera, que parecerse a la propiedad de ser un número, ya que pueden representarse bajo condiciones propias de dichos símbolos (las cifras). En este sentido, dado que al peso se le puede asignar un valor, se puede determinar teniendo en cuenta ciertos criterios que permitirían establecer relaciones de orden (si es mayor, menor o igual) y por tanto categorizar según dicha propiedad.

Lo anteriormente citado hace relación a establecer aquel proceso de medibilidad necesario para llegar a concebir la propiedad peso como magnitud. En principio, el uso de los sentidos es el primer elemento que marcará el papel de instrumento dentro del proceso de medibilidad, además que son los sentidos los que permitirán establecer criterios comunes para el ordenamiento del peso de los cuerpos de manera colectiva en un entorno social, mediados por la experiencia y el conocimiento impartido en un contexto determinado.

Acorde a lo anterior, se le da el papel de instrumento a los sentidos no sólo porque permiten establecer diferencias entre pesos, sino también porque el proceso de ordenar a partir de los sentidos está mediado por las relaciones sociales y la experiencia que se tiene y que son comunes como forma de analizar tal propiedad.

Hay ciertas características que pueden permitir a los sentidos clasificar u ordenar los cuerpos bien sea por las notables diferencias entre sus propiedades, aunque hay ciertos factores que se deben tener en cuenta en el análisis y por tanto se hace necesario la utilización de otros mecanismos que ayuden a dichos

sentidos a aumentar la capacidad de percepción, minimizando aquellas dificultades que puedan surgir al momento de ordenar. Al respecto, Mach (1948) afirma que los sentidos han dado una proporción directa a los seres humanos para dar una concepción propia de la naturaleza antes del empleo de las herramientas. Pero la mera utilización de los sentidos no es suficiente, se ha hecho necesaria la utilización de ciertos dispositivos (instrumentos), considerados estos como prolongaciones artificiales de los sentidos.

El uso de nuestras manos como primer instrumento para analizar el peso de un cuerpo, normalmente funciona bajo ciertos criterios previamente establecidos, como por ejemplo, la dificultad que se presenta al alzar el cuerpo y que este mismo efecto se percibe más en unos que en otros. Lo interesante del uso de nuestras manos es que nuestros sentidos pueden percibir las diferencias de peso con un par de cuerpos analizados simultáneamente, bien sea de más peso o de menos peso.

El uso del instrumento es pensado entonces como forma de mejorar la sensibilidad de los sentidos y para esto deben pasar por criterios para su construcción y funcionamiento. Así mismo, ese proceso de construcción pasa por unas etapas en donde inicialmente se hace un análisis mental, verificando su uso tal y como lo hacen nuestros sentidos, para que finalmente éste pueda lograr nuestros propósitos de estudio con el fenómeno. Por dicha razón, si el dispositivo construido no posibilita una forma de extensión de los sentidos, no puede considerarse instrumento y pasa a ser un simple artefacto.

La idea de instrumento viene mediada entonces por el proceso de construcción del artefacto, cuando su funcionamiento responde a lo que se quiere, el conocimiento y la experiencia que se tiene y es la combinación de todos estos factores que permiten que el instrumento como tal exista.

Así pues, ese tránsito que se da de utilizar a los sentidos como primer instrumento que permite hacer un análisis de la naturaleza, al proceso de construcción y uso de un instrumento que promueva por una extensión de los

sentidos, puede dar paso a la idea de un nuevo artefacto que pueda mejorar la sensibilidad del instrumento anterior, pudiéndose dar una especie de proceso cíclico entre artefacto e instrumento, pero todo esto debió pasar por un conocimiento y una experiencia previa.

El hecho de que el artefacto no sea instrumento, sino los conocimientos y los procedimientos que se tienen para que funcione, implica que el instrumento no es ajeno al sujeto o a un grupo de sujetos. Entonces, si un instrumento determinado va a ser compartido por un grupo de personas, cabe resaltar que no solo se comparte el artefacto, sino también todos los conocimientos que van asociados a dicho artefacto, dando como resultado todo un proceso de transmisión social y cultural de conocimiento a través del instrumento.

5.4.2. EL PROCESO DE ORDENACIÓN

Varios cuerpos por ejemplo, pueden ser ordenados según su peso con sólo colocarlos uno a uno en la mano y saber cuál da más dificultad de levantar, y desde allí establecer condiciones para un ordenamiento, ya sea del más liviano, al más pesado.

Hasta este momento se puede pensar que esa forma de ordenar los cuerpos es efectiva, dado que la percepción permite que lo veamos así, lo cual puede dar como resultado un rango en el que los sentidos puedan ordenar de una manera plausible. El asunto se puede hacer más complejo, cuando la diferencia de peso entre los cuerpos están dentro de un rango menor a lo que los sentidos pueden percibir, es aquí donde se hace necesaria la construcción de un instrumento o algo que permita hacer una extensión de nuestros sentidos y reducir el margen de error, para que se puedan estandarizar unos criterios para la clasificación de los cuerpos según su peso.

5.4.3. EL ROL DEL INSTRUMENTO EN EL PROCESO DE ORDENAMIENTO

Cuando se inicia un proceso de ordenamiento, se deben tener en cuenta qué propiedades se le pueden atribuir a los cuerpos sin importar la composición de éste, como su longitud, su peso o su volumen e incluso preguntarse si dichas propiedades son medibles.

Para saber si dichas propiedades son ordenables, es necesario establecer ciertos criterios que darán cuenta de cómo fue el proceso de ordenamiento:

Supongamos por ejemplo, que se tienen cuatro cuerpos A, B, C y D y necesitan ser ordenados de mayor a menor peso, se tiene también que la diferencia de peso entre ellos no es perceptible por nuestros sentidos. Para esto, se piensa que es necesario aumentar la percepción a la que nuestros sentidos están acostumbrados, a partir del diseño de un instrumento que sirva de extensión a lo que ellos perciben como peso.

Tal instrumento de medida debe dar cuenta no sólo del ordenamiento de esa propiedad, sino que también permita identificar el peso como una propiedad que se puede medir. Además de esto, es necesario establecer las condiciones que permitan que el funcionamiento de ese instrumento dé cuenta de nuestro objetivo y durante su construcción, reducir el rango a variables que alteren el proceso de ordenamiento, de manera que haya seguridad en que lo que se está ordenando es el peso y no otros factores generados como consecuencias de dichas variables. Por tanto se establecerían los parámetros para saber cuál sería la forma de construirlo y de calibrarlo.

Si se hace un proceso de experimentación mental de la construcción del dispositivo, se simplificarían ciertos aspectos de los materiales a utilizar. Así pues, el dispositivo a construir debe ajustarse a los criterios y a la forma como nuestras manos ordenan el peso de los cuerpos y por ello el dispositivo pensado estará compuesto de un brazo. El brazo del instrumento se consideraría uniforme en

todas sus partes, los platos totalmente iguales, y la ubicación del punto de apoyo para el brazo exactamente en la mitad. Como estas condiciones son ideales, el uso de la geometría sería útil al momento de la construcción del instrumento. Pero la mera idealización geométrica hace obvias ciertas condiciones y estas no se tienen en cuenta en un proceso mental. Esto es a lo que Renea (1964) llama “caso absoluto”. Cuando se entra en consideración esos aspectos como la uniformidad del brazo, la ubicación del punto de apoyo, entre otros, en el momento de la construcción del instrumento hay que considerar algunas variables que surgen a partir de dicha construcción, aspecto que algunos llaman “caso compuesto” (Renea, 1964).

Así pues, es de resaltar que el mero proceso de experimentación mental no satisface una situación real. Como lo afirma Mach (pg. 166), si la experimentación mental no nos conduce a ningún resultado bien determinado, antes de dar un salto a la experimentación física se tiene la costumbre de dar resultados a priori y a partir de ello tomar determinaciones. Por tanto, la experimentación mental asienta las bases para una experimentación física. Este aspecto resulta relevante cuando en la fabricación del instrumento se omiten factores que en un momento real generan grandes obstáculos, como son la fuerza de fricción, fuerza aplicada, centro de masa, centro de gravedad, condición del punto de apoyo. Por esta razón, para que el caso compuesto sea evidente en el proceso experimental, se entra primero a analizar las condiciones de equilibrio desde el caso absoluto:

Se toma como punto de partida un principio supuesto, el cual afirma que la fuerza aplicada en un lado del brazo está en una proporción inversa a las distancias que separan el punto de apoyo de cada medida de los brazos, donde se entra a un concepto directo de palanca. (Rodríguez y Romero, 1999)

En la Figura 2 se puede ilustrar de una manera somera tal principio expuesto alguna vez por Arquímedes, en el que profundizaremos más adelante:

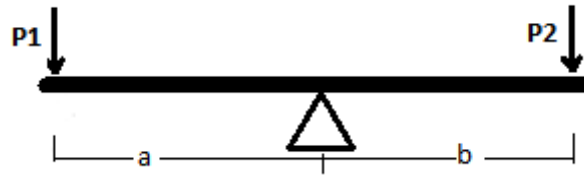


Figura 2. Principio de la palanca

Donde P_1 y P_2 son las fuerzas aplicadas a ambos lados del brazo; a y b las distancias de P_1 y P_2 al punto de apoyo del brazo respectivamente, por tanto:

$$P_1 \propto \frac{1}{a} \quad \text{y} \quad P_2 \propto \frac{1}{b} \quad \text{y así}$$

$$\frac{P_1}{b} = \frac{P_2}{a}$$

En la Figura 3, AB es un brazo sólido y homogéneo, suspendido por dos cuerdas iguales HA, IB. C es el punto medio de la barra, de modo que el brazo suspendido de ese punto estará también en equilibrio porque el peso de un lado es igual al peso del otro lado, esto por el principio supuesto anteriormente. Así pues, los hilos HA, IB pueden ser reemplazados por el hilo C.

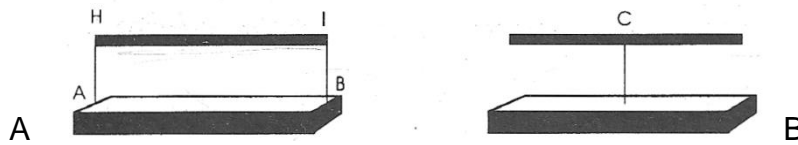


Figura 3. Brazos en equilibrio

Geoméricamente, puede notarse que tanto en la primera parte de la figura como en la segunda, hay un paralelismo del brazo respecto a la base donde se sostiene el hilo.

En condiciones ideales, dicho paralelismo sería clave para establecer la condición de equilibrio del instrumento, pero en la construcción real del instrumento, este aspecto carecería de relevancia:

Si la barra HI que sostiene los hilos HA e IB, se desnivelara respecto al suelo,

ya no habría un paralelismo entre el brazo AB y la barra HI. Pero, al momento de la calibración del instrumento sí es necesaria principalmente la nivelación del brazo respecto al suelo, quedando así esta condición como primer criterio para tal calibración. En el momento de colocar los platos a cada extremo del instrumento, se ha de tener en cuenta también la consideración de igualdad de condiciones, en cuanto a forma y tamaño, entre otros, con el propósito de que la primera condición de equilibrio y el supuesto anterior sigan cumpliéndose al momento de anexar los platos al brazo, aislando así aspectos que no se han de analizar.

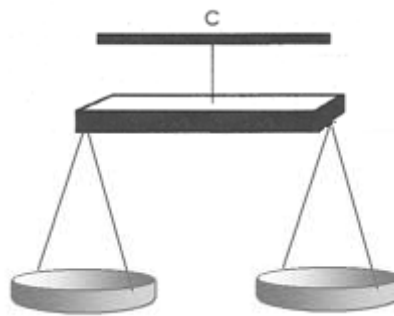


Figura 4. Brazo con platos en equilibrio

Como nuestros sentidos visuales también pueden engañarnos al establecer la primera condición de equilibrio en el instrumento, se agrega un elemento más que elimine o disminuya el factor de error visual, un indicador que asegure el paralelismo entre el brazo y el suelo (nombraremos este estado como el estado inicial o de equilibrio del instrumento).

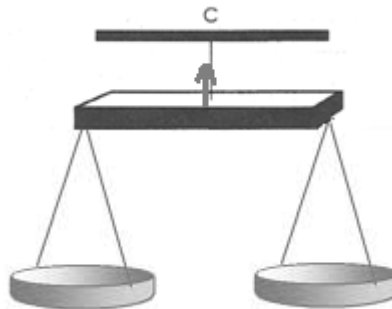


Figura 5. Brazo con indicador para marcar estado inicial

De esta primera condición y en el momento de iniciar el proceso de

ordenamiento de los cuerpos A, B, C y D según su peso, colocándolos a igual distancia de cada lado del instrumento, puede ocurrir ciertos casos concretos: una inclinación hacia el lado izquierdo o derecho del instrumento, o que no haya inclinación alguna, es aquí donde se puede iniciar un proceso de ordenamiento. Los criterios serían (Romero, 1999):

1. Consideramos que dos cuerpos tienen el mismo peso cuando, puestos en los platillos opuestos, ninguno de los dos tiende a bajar, es decir, cambiar el estado inicial del instrumento; y dos pesos se consideran sumados (respecto del peso) cuando se colocan ambos en el mismo platillo del instrumento.
2. Si el cuerpo A equilibra al cuerpo B y B equilibra a C, entonces A equilibra a C.
3. Si el cuerpo A equilibra al cuerpo B, y C equilibra a D, entonces A y C colocados en un mismo platillo equilibrarán a B y D colocados juntos en el otro platillo.
4. Cuando el brazo del instrumento se inclina hacia el lado izquierdo, por ejemplo, y teniendo en cuenta el supuesto de que la fuerza aplicada en un lado del brazo está en una proporción inversa a las distancias que separan el punto de apoyo de cada medida de los brazos, puede concluirse que el objeto ubicado al lado izquierdo está ejerciendo mayor fuerza en esa parte del brazo, y por tanto, mayor es su peso.
5. El criterio para la inclinación hacia el lado derecho es semejante al criterio 4.

Hasta el momento se ha tenido en cuenta la mera idealización geométrica, que es base para un inicio en el proceso de experimentación. Hay ciertos factores que ponen en cuestión el funcionamiento correcto del instrumento, entre ellos está: si el brazo que se utilizará puede tener cualquier medida (cuán largo o corto puede ser) o, si la medida influye notablemente al momento de darse el equilibrio; la

forma de los materiales puede ser un punto también de análisis, en base a un proceso de observación y exploración, si el tamaño o forma influyen en el proceso de medida. Para esto, como lo plantea Mach (1948, p.172), a través de solo razonamientos, no se pueden completar ciertos procesos, es necesario pasar a la experiencia física y esto solo se puede hacer a través de un instrumento.

Es difícil dar una afirmación que cierta organización de materiales puede constituir un instrumento óptimo, hay que tener en cuenta que hay procesos ligados a él. Así pues, como se mencionó anteriormente, en el proceso de medida del peso en esta parte cobra un interés especial, pues dado que nuestros sentidos funcionan hasta cierto rango, y cuando los factores a analizar poseen condiciones o características similares, se hace necesario un instrumento que dé cuenta, no sólo del proceso de clasificación, sino también en establecer procesos de medida cada vez más precisos. Por ejemplo, cuando se propone la construcción del instrumento anterior, dicho proceso está ligado a un interés específico, como es el de ordenar.

5.4.4. LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO EL ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO

Una vez analizada la construcción mental del instrumento y luego de haber establecido unos criterios para ordenar los cuerpos, se procede a la construcción del instrumento que nos permitirá clasificar de forma real los cuerpos.

Para la construcción del instrumento se aprovechará el principio de la palanca, principio que servirá como uno de los criterios para el ordenamiento de los cuerpos. El instrumento estará compuesto por un brazo, unos platos, y un punto de apoyo para el brazo.

El punto de apoyo estará en la mitad del brazo, de manera que la distribución a cada lado del brazo sea uniforme. Los platos servirán para colocar los cuerpos a ordenar.

Antes de comenzar a ordenar los cuerpos, es necesario tener en cuenta el proceso de ajuste del instrumento y establecer las condiciones que permitirán mostrar las condiciones mencionadas anteriormente:

En la Figura 6 se muestra el instrumento construido cumpliendo con las características mencionadas para comenzar el estudio.



Figura 6. Instrumento construido

Los platos donde se colocaran las masas tienen características similares, de manera que la forma de los platos no influya al momento de ordenar. También se reduce la variable centro de masa, pues el punto de apoyo del brazo está justo en su centro; la nivelación del instrumento se hace necesaria para que la fricción entre el brazo y el punto de apoyo sea mínimo.

Por tanto, las variables que pueden influir al momento de ordenar se minimizaron de manera que se asegure el ordenamiento según el peso.

Una forma de saber si dos cuerpos tienen igual o diferente peso, es analizarlos bajo la condición de equilibrio, aspecto fundamental para el instrumento construido: cuando se tiene el instrumento listo, según las características de construcción mencionadas anteriormente, se podría decir entonces que el brazo se encuentra estable en ambos lados del punto de apoyo, si en él no hay movimiento, por lo que no hay entes externos que estén afectando dicha estabilidad o al menos hay una igualdad de condiciones a ambos lados del brazo. Por otro lado, si el brazo se encuentra en movimiento, las condiciones a ambos

lados del brazo ya no serían las mismas, pues algo está provocando tal movimiento.

Un aspecto que puede influir notablemente en la construcción del instrumento es la longitud del brazo, pues mientras más corto es, más sensible se vuelve el instrumento, afectando notablemente su estado de equilibrio, el cual se presenta solo cuando uno de los lados del brazo toca el suelo, deteniendo su movimiento y no estando ambos lados del brazo suspendidos en el aire. Por otro lado, si la longitud del brazo es demasiado grande, el peso del mismo brazo afecta el punto de apoyo, donde la fricción entre ambos aumenta, por lo que el rango de medición no se ajustaría a cuerpos cuya diferencia de pesos es muy poca. Así pues, la longitud del brazo y la condición del punto de apoyo (tamaño, forma, etc.), influyen mucho en qué tan sensible puede ser el instrumento.

Una vez establecida la sensibilidad del instrumento, teniendo en cuenta que dicha sensibilidad aumentará el rango de percepción para nuestros sentidos, se proceden a colocar cuerpos para verificar su funcionamiento:

Si se tienen dos cuerpos de diferente peso, al momento de que dicha diferencia sea observada a través del instrumento, debemos asegurarnos que lo que el instrumento nos está mostrando no está influenciado por otras propiedades del cuerpo como su densidad, forma o tamaño. Por tanto la diferencia de volumen, por ejemplo, no debe influir en el ordenamiento del peso de los cuerpos, así como para nuestros sentidos es indiferente el volumen al momento de ordenar los cuerpos según el peso. Estos aspectos se deben tener en cuenta también, pues el instrumento debe poseer todas aquellas cualidades de nuestros sentidos, sólo que un poco más amplificadas.

Una vez que el instrumento nos muestre las diferencias de peso entre los cuerpos a analizar, se tienen en cuenta tres condiciones mencionadas anteriormente: una de ellas es que si al momento de colocar los cuerpos a ambos lados del instrumento se observa no se ha movido, se puede pensar entonces que ambos cuerpos son semejantes en cuanto a peso. La segunda es que si al colocar

los cuerpos se observa que hay un movimiento hacia el lado derecho y por más que intentemos estabilizar el instrumento, la inclinación sigue hacia ese lado, se puede pensar entonces que el cuerpo del lado derecho es más pesado que el del lado izquierdo. De manera similar para la tercera condición es la inclinación hacia el otro lado.

5.4.5. CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DESDE EL ANÁLISIS DESDE EL CENTRO DE MASA

Cuando el cuerpo o brazo se coloca en el centro, se nota que a cualquier movimiento, el brazo queda en cualquier posición, como se ilustra en la gráfica.

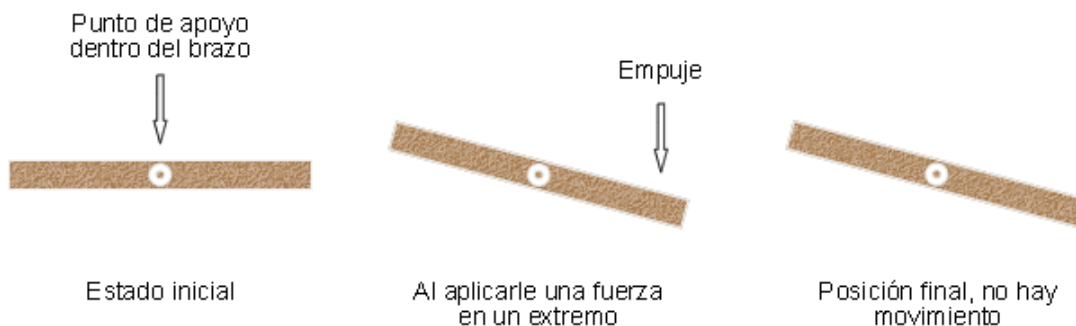


Figura 7. Brazo apoyado en el centro de masa

Más adelante se analizará el brazo del instrumento, con un punto de apoyo arriba del centro, siempre el brazo tenderá a volver a su estado original, aspecto que se denominó *equilibrio estable*. Pero, ¿Qué tiene que ver esos dos puntos de apoyo para cambiar el equilibrio de uno indiferente (Figura 8) a uno estable?

Este aspecto tiene que ver con algo que se llama *centro de masa*.

Realizando el análisis del brazo con el punto de apoyo dentro de este, se tiene que:

El brazo utilizado para el instrumento tiene una forma rectangular



Figura 8. Punto de apoyo del brazo en todo su centro

Como el brazo en su totalidad tiene una cantidad de masa M , si descomponemos dicho brazo en partes más pequeñas, la suma de sus masas sería igual a la original, es decir:

$$m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = M$$

Donde n representa el número de divisiones por los que pasó el brazo.

También tenemos que:

Densidad (ρ) = $\frac{\text{Masa } (M)}{\text{Volumen } (V)}$ del brazo, el volumen del brazo sería entonces:

$$V = \frac{M}{\rho} = A \times B \times C$$

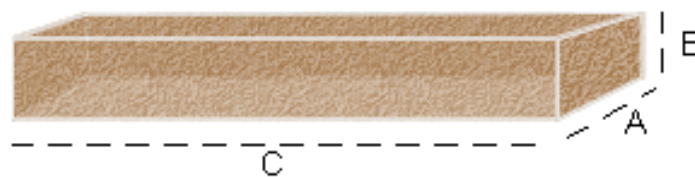


Figura 9. Volumen del brazo (Longitud de aristas)

Como la masa de cada partícula del brazo se puede acumular en un solo punto, es decir, que existe un punto en algún lugar del brazo cuya masa equivale a la masa total del brazo, como se mencionó antes, entonces, la idea es buscar ese punto de centro de masa y tratar de dar una explicación del porqué el punto de apoyo en todo su centro de masa, en nuestro caso, hace indiferente la posición en

la que se encuentre el brazo y donde habrá movimiento de este sólo con la presencia de fuerzas externas.

Hay una ecuación que permite ubicar el centro de masa de un cuerpo: supongamos que vamos a desintegrar el brazo en muchas partículas con masa dm ; cada partícula está ubicada, por tanto, a una distancia de un punto de referencia inicial, por tanto tomaremos como ayuda el eje de coordenadas.

Supongamos que nuestro punto de referencia es el origen de coordenadas y allí ubicaremos el brazo del instrumento.

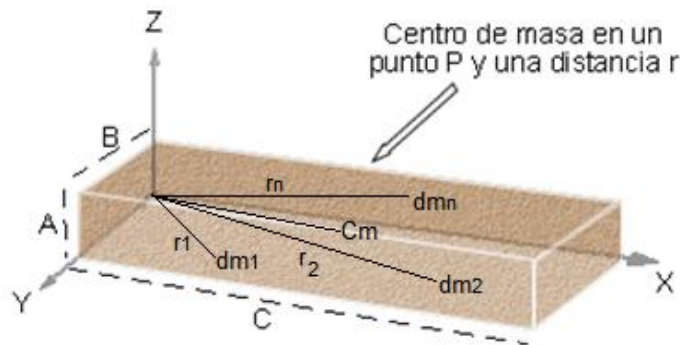


Figura 10. Centro de masa en un punto P a una distancia r

Así, el brazo tiene una longitud C en el eje x, una anchura B en el eje y y un grosor A en el eje z.

La ubicación r_{cm} del centro de masa viene dada por:

$$r_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i m_i}{M_{total}}$$

Por tanto, nuestra intención es concentrar toda la masa en un solo punto y ubicar esa distancia respecto al sistema de referencia, esto se hace más fácil haciendo uso de integrales; de esta forma, tomaremos una pequeña porción del brazo, una lámina de área AB y grosor dx , como se muestra en la Figura 11.

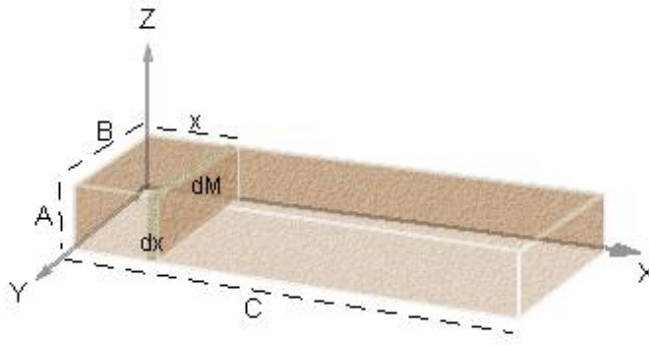


Figura 11. Porción del brazo de grosor dx

Como necesitamos hallar los puntos de ubicación del centro de masa, entonces:

$$r_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i m}{M} = \frac{1}{M} \int \vec{r} dm$$

Como r es un vector, se debe tener en cuenta magnitud, sentido, dirección y origen.

Para un volumen tenemos:

Tomando una placa: $V_{placa} = AB dx$

$$dm = \rho V = \rho AB dx$$

Coordenada para x del radio: la placa se encuentra a una distancia x del origen, luego:

$$r_x = \frac{1}{M} \int x \rho AB dx = \frac{\rho AB}{M} \int_0^C x dx = \frac{\rho AB}{M} \left(\frac{x^2}{2} \right) \Big|_0^C = \frac{\rho AB}{M} x \frac{C^2}{2}$$

$$\text{Como: } \rho = \frac{M}{ABC} \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{ABC} x \frac{AB}{M} x \frac{C^2}{2} \quad \Rightarrow \quad r_x = \frac{C}{2}$$

Luego la placa, para el centro de masa en la posición x es $\frac{C}{2}$, haciendo la misma operación para y y z , se tiene que el radio vector para el centro de masa es:

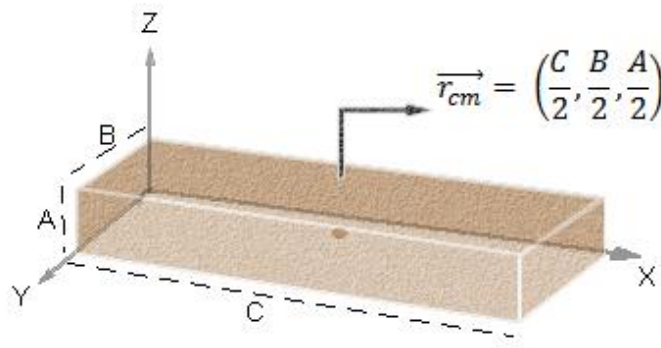


Figura 12. Centro de masa = centro geométrico

Como puede verse, el centro de masa coincide con su centro geométrico.

Así pues, cuando el punto de apoyo del brazo se coloca en el centro geométrico, donde coincide el centro de masa, entonces toda la masa del cuerpo está concentrada en ese punto y por más que se mueva el brazo, la posición del centro de masa no cambia.

Hay otro aspecto a tener en cuenta y es el centro de gravedad, pues si el centro de masa se ubica en el centro geométrico, ¿qué ocurre entonces con el peso del cuerpo en ese punto?

Para cuerpos ubicados en la tierra, el centro de gravedad coincide con su centro de masa, pues a cada partícula del cuerpo, la gravedad la atrae con la misma magnitud. En cuerpos grandes, no cercanos a la tierra, como los cuerpos celestes, el centro de masa no necesariamente coincide con su centro de gravedad.

De esta manera todo el peso del brazo queda ubicado en su punto de apoyo y en dicho punto coinciden el centro geométrico, centro de masa y centro de gravedad, esto teniendo en cuenta que la forma del brazo es un prisma rectangular y además está hecho de un mismo material, donde la densidad se asume como constante.

Ahora, analicemos lo que ocurre cuando el brazo, cuyo apoyo está en su centro de masa y a ambos lados y a igual distancia se coloca dos cuerpos, ver Figura 13.



Figura 13. Fuerzas C1 y C2 aplicadas a ambos lados del brazo

Si los cuerpos tienen pesos diferentes, entonces cambiará el centro de masa del sistema, pues:

Si el peso de C₁ es mayor al de C₂



Figura 14. Análisis de las fuerzas aplicadas al brazo

$$|r_1| = |r_2|$$

$$P_{C_1} > P_{C_2}$$

Donde P_{C_1} y P_{C_2} son los pesos de los cuerpos

$$r_{cm} = \frac{C_1(-r_1) + C_2(r_2)}{C_1 + C_2}, \quad \text{como } |r_1| = |r_2|, \quad \text{entonces } r_{cm} = \frac{r_1(C_2 - C_1)}{C_1 + C_2}$$

Además como $P_{C_2} > P_{C_1}$, entonces $P_{C_2} - P_{C_1} < 0$

Lo que implica que la ubicación del centro de masa quedaría a la izquierda del brazo o al lado de C₁, a una distancia $-x$ de punto de apoyo.

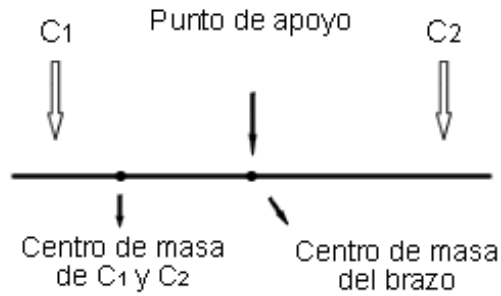


Figura 15. Cambio del centro de masa por las fuerzas aplicadas al brazo

Además, el centro de gravedad coincide también con el centro de masa generado por los cuerpos, luego el peso haría inclinar la balanza hacia la izquierda.

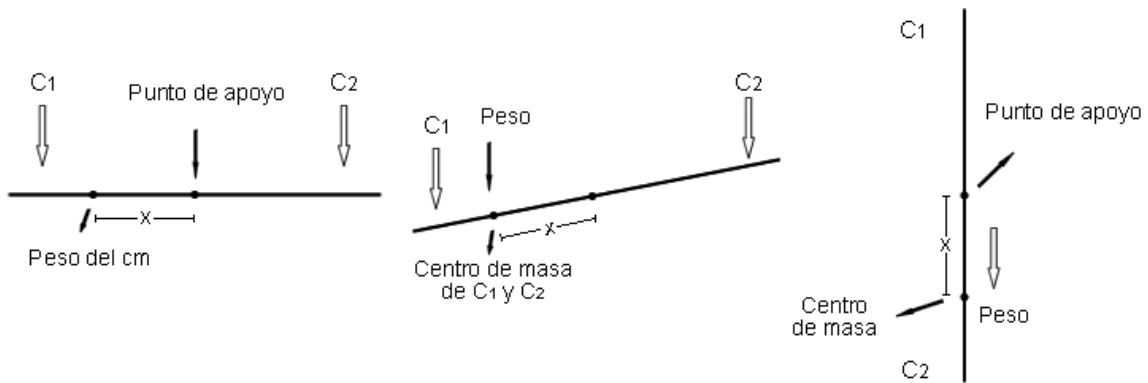


Figura 16. Inclinación de la balanza de acuerdo a las fuerzas aplicadas

Y de esta forma el brazo quedaría vertical pues el peso en el centro de masa siempre tendería a apuntar hacia abajo al igual que lo hace el péndulo.

Se puede notar que el centro de masa de C_1 y C_2 , cuando $C_1 > C_2$ ó $C_1 < C_2$, siempre queda debajo del punto de apoyo como se muestra en la Figura 17.

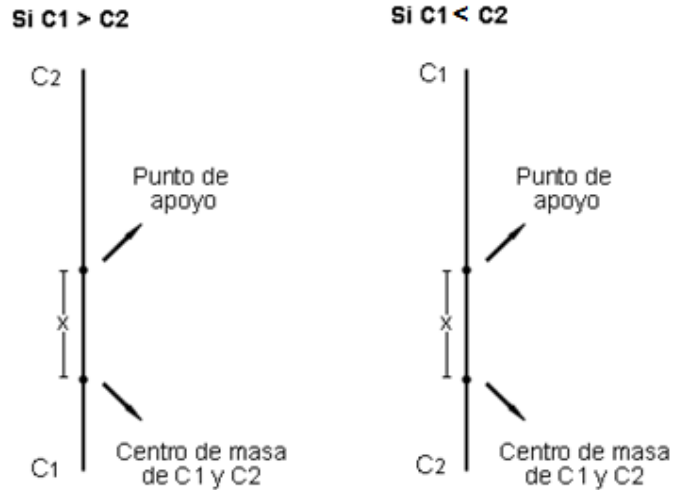


Figura 17. Cambio del centro de masa y del estado de equilibrio

Así pues, este sería el estado de equilibrio del brazo en estas condiciones y sería un equilibrio estable ya que, aunque se dé un pequeño empuje al brazo, estando los cuerpos a cada lado, el brazo siempre se movería hasta quedar vertical y alcanzar su estado de reposo.

Ahora analizaremos lo que ocurre cuando los cuerpos tienen iguales pesos y están ubicados a igual distancia del punto de apoyo en cada brazo.



Figura 18. Análisis de las fuerzas aplicadas al brazo

$$|r_1| = |r_2|$$

$$PC_1 = PC_2$$

Halleemos el punto de ubicación del centro de masa de C_1 y C_2 :

$r_{cm} = \frac{C_1(-r_1) + C_2(r_2)}{C_1 + C_2}$, como $|r_1| = |r_2|$ y $C_1 = C_2$, entonces
 sustituimos C_2 por C_1 , y r_2 por r_1 o al contrario:

$$r_{cm} = \frac{C_1(-r_1) + C_1(r_1)}{C_1 + C_1} \qquad r_{cm} = \frac{-C_1r_1 + C_1r_1}{C_1 + C_1} \qquad r_{cm} = 0$$

Como puede verse, no hay una distancia en la que se encuentre el centro de masa, y como el origen es el punto de apoyo, se podría pensar que el centro de masa de C_1 y C_2 también se encuentra en el punto de apoyo, quedando en cierta forma como el estado inicial del brazo donde no habían masas.

5.4.6. CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DESDE EL PRINCIPIO DEL TORQUE

La construcción de la balanza anterior permite realizar un ordenamiento de los pesos de diversos cuerpos, bajo el análisis del centro de masa.

En el caso de asignar un valor numérico a tal comparación, es decir, cuánto es de más el peso de un cuerpo respecto a otro, la balanza anterior debe sufrir ciertas modificaciones pues debemos agregar nuevos criterios, uno de ellos es que el brazo garantice un punto inicial.

Cuando el punto de apoyo del brazo deja de coincidir en su centro de masa, quedando un poco más arriba, se observa que hay una tendencia del brazo a volver a su estado original. Tal y como se mencionó antes, cuando el brazo se encuentra en equilibrio quedando horizontal respecto al suelo, al dar un empujón a uno de sus lados, el brazo se inclina, pero vuelve de nuevo a su posición original. Tipo de equilibrio al que denominaremos “equilibrio estable” y que se podría aprovechar para una cuantificación del peso.

Así pues, sin dejar de lado el proceso de ordenamiento de los cuerpos según su peso y teniendo en cuenta este segundo estado de equilibrio (equilibrio estable) presentado en este nuevo punto de apoyo del brazo del instrumento, se puede

pensar en plasmar los criterios para un ordenamiento de pesos tal y como se hizo con el instrumento sin la modificación del punto de apoyo, además de establecer otros criterios que fundamentarán la propiedad peso como una magnitud. Por ahora analicemos el papel que cumple el centro de masa ubicado bajo el punto de apoyo.

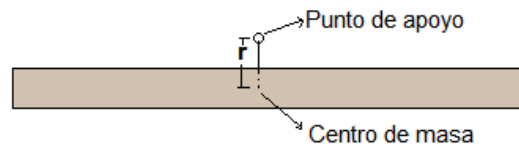


Figura 19. Punto de apoyo a una distancia del centro de masa

Consideremos el brazo con su centro de masa justo en su centro geométrico y el punto de apoyo ubicado a cierta distancia r de dicho centro de masa, de manera que el brazo quede horizontal respecto al suelo.

Al aplicar una fuerza a un lado del brazo, este cambiará su posición inicial, cambiando de posición también su centro de masa.

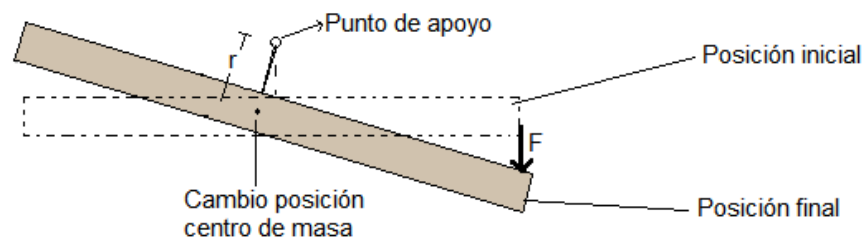


Figura 20. Cambio de posición del centro de masa al aplicar fuerza

Desde un análisis de torque se tiene que:

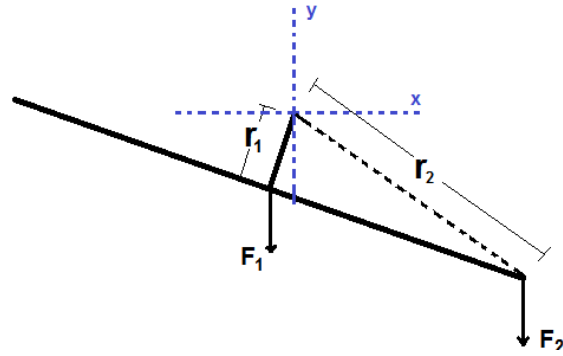


Figura 21. Análisis del cambio del centro de masa desde el torque

Al aplicar una fuerza, el torque se genera desde la distancia del eje de rotación (punto de apoyo), hasta el centro de masa, la cual ejerce también una fuerza en dirección al suelo. Desde un sistema de coordenadas tenemos:

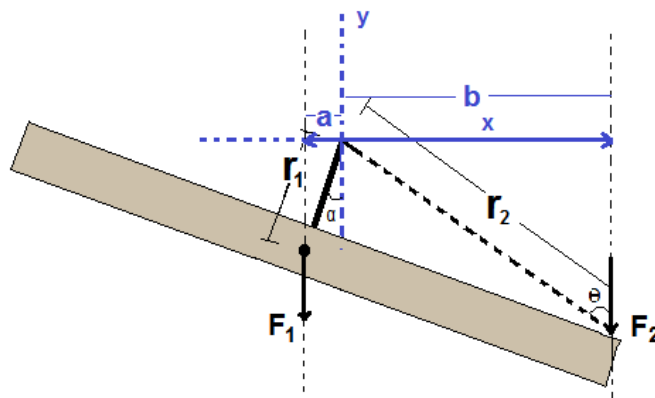


Figura 22. Diagrama de torque por centro de masa y fuerza aplicada

Como puede verse, el radio vector r_2 debe apuntar desde el punto de giro, hasta donde esta aplicada la fuerza, por definición de torque. Además, Las componentes en x de los radios vectores (a y b) son las componentes perpendiculares a las fuerzas F_1 y F_2 que serían las componentes para calcular los torques respectivos.

Si al aplicar una fuerza en un extremo el brazo deja de moverse, hay por consecuencia un equilibrio, por lo que los torques tanto del centro de masa, como de la fuerza aplicada se equilibran, formando un ángulo respecto a un eje de coordenadas, que lo definirá el indicador anexo al instrumento.

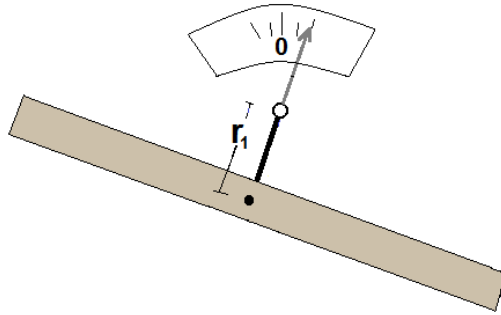


Figura 23. Indicador para análisis de desnivel

De esta forma se tiene que:

$$a = r_1 \sin \alpha$$

$$b = r_2 \sin \theta$$

La magnitud del torque producido por el centro de masa respecto al punto 0 es:

$$|\tau_0| = r_1 \sin \alpha F_1$$

La magnitud del torque producido por la fuerza externa es

$$|\tau_{02}| = r_2 \sin \theta F_1$$

Para θ y r_2 en términos de datos conocidos:

$$\tan(\alpha + \theta) = \frac{x}{r_1}$$

Donde x es la distancia del centro de masa al punto de la fuerza externa

$$\alpha + \theta = \tan^{-1}\left(\frac{x}{r_1}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{x}{r_1}\right) - \alpha$$

Para el radio del torque ejercido por la fuerza externa r_2

$$r_2 = \sqrt{x^2 + r_1^2}$$

$$|\tau_{02}| = \sqrt{x^2 + r_1^2} \sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{r_1}\right) - \alpha\right) F_1$$

En términos conocidos, el torque quedaría

$$|\tau_{02}| = \sqrt{x^2 + r_1^2} \sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{r_1}\right) - \alpha\right) F_1$$

Como sistema se encuentra en equilibrio, porque se observa que en el brazo del instrumento no hay movimiento, los torques producidos dan como resultado cero, lo cual indica una igualdad de magnitudes:

$$\sum \tau = 0$$

$$\tau_0 + \tau_{02} = 0$$

$$\tau_0 = -\tau_{02}$$

El signo indica una relación vectorial entre los radios que están en sentidos opuestos

$$r_1 \sin \alpha F_2 = -\sqrt{x^2 + r_1^2} \sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{r_1}\right) - \alpha\right) F_1$$

Así pues, esta relación de torques no solo la determinará lo largo del brazo, sino también la magnitud del centro de masa y de su distancia al punto de apoyo, provocando así cierta inclinación del brazo.

De esta forma, si la distancia del punto de apoyo es considerable, cualquier peso no provocaría una inclinación notable, por lo que la sensibilidad del instrumento sería menor.

Hasta aquí solo se ha tenido en cuenta lo que ocurre cuando se coloca un solo cuerpo en un extremo, analicemos ahora lo que ocurre cuando hay dos cuerpos a ambos lados de la balanza:

Si el peso de un cuerpo es ligeramente mayor al peso del otro cuerpo y si el instrumento permite mostrar esa diferencia, se producirá una inclinación del brazo del instrumento, pero al igual que el caso anterior, habrá un equilibrio en el brazo del instrumento por lo que la suma de los torques dará como resultado cero.

Es de resaltar que si la diferencia de peso de los cuerpos no es muy notable, la inclinación del instrumento hará notar esa diferencia con su poca inclinación.

Si $C_1 > C_2$ (peso cuerpo 1 mayor peso cuerpo 2)

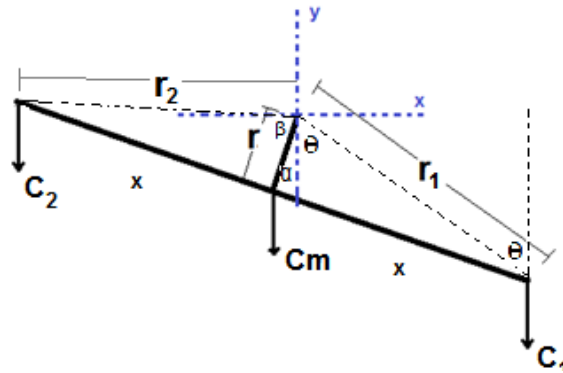


Figura 24. Diagrama del torque generado por las fuerzas aplicadas

Denotemos el peso de c_2 como F_2 , el peso de c_1 como F_1 y el peso del centro de masa como F

Los torques correspondientes a c_1 , centro de masa y c_2 respecto al punto de apoyo y usando un sistema de coordenada, son respectivamente:

$$\tau_{01} = r_1 \sin \theta F_1 = r_1 \sin \left(\tan^{-1} \left(\frac{x}{r} \right) - \alpha \right) F_1 \quad \text{pues } \tan(\alpha + \theta) = \frac{x}{r}$$

$$\tau_{02} = -r_2 \sin \beta F_2$$

$$\tau_{03} = -r \sin \alpha F$$

Pos suma de torques:

$$\sum \tau = 0$$

$$\tau_{01} - \tau_{02} - \tau_{03} = 0 \text{ entonces,}$$

$$\tau_{01} = \tau_{02} + \tau_{03}$$

Podemos ver aquí que si en el brazo del instrumento se produce una inclinación hacia c_1 , es porque el torque que este genera es mayor al que genera c_2 o al que genera el centro de masa. Estos resultados también están supeditados al ángulo de inclinación y a las distancias desde el punto de apoyo.

Hasta aquí se ha analizado cuando el instrumento se somete a una fuerza externa en el extremo del brazo o la interacción de un cuerpo mayor que otro. Analicemos ahora cuando el peso de un cuerpo es igual a otro cuerpo.

Si ambos cuerpos están a la misma distancia del brazo, entonces están ejerciendo el mismo torque, además, si el brazo del instrumento se encuentra en equilibrio, la suma de sus torques ejercidos es igual a cero

$$\sum \tau = 0$$

Por tanto la suma de los torques generados por c_1 , c_2 y centro de masa son respectivamente

$$\tau_{01} + \tau_{02} + \tau_{03} = 0$$

y como $\tau_{01} = -\tau_{02}$ pues el peso de c_1 es igual al peso de c_2 y se están generando con radios iguales y opuestos, entonces:

$$\tau_{03} = 0$$

Este torque corresponde al torque ejercido por el centro de masa y como

$$\tau_{03} = r \sin \alpha F, \text{ luego } \sin \alpha = 0 \text{ entonces } \alpha = 0$$

Por tanto, el instrumento no mostraría inclinación.

Así, el centro de masa no está ejerciendo torque, pues no tiene componente del radio perpendicular a la fuerza.

5.4.7. LA PROPIEDAD PESO COMO MAGNITUD

Hasta este punto, el instrumento construido puede servir de manera adecuada para el ordenamiento de los cuerpos. Durante su construcción se han disminuido la mayoría de variables posibles que puedan afectar dicho proceso como son centro de masa, la misma gravedad, la igualdad de condiciones a ambos lados del brazo y la forma de los cuerpos. Pero la forma de construcción del instrumento puede cambiar de acuerdo a lo que se pretende. Si en este caso no sólo se desea saber si un cuerpo es más pesado que otro y ordenarlo según dicha característica, sino también, saber si los cuerpos son comparables, esto es, saber qué tanto es más pesado uno respecto al otro, es necesario establecer ciertas condiciones como por ejemplo una unidad patrón, por lo que se necesitan otras formas de analizar, por el momento verificar si el instrumento hasta ahora construido puede servir también para tal objetivo.

Cuando hay una diferencia mínima de peso en dos cuerpos, el instrumento construido puede notar esa diferencia, no perceptible para nuestros sentidos. Pero al momento de un resultado de carácter cuantitativo respecto a la comparación entre dos cuerpos, ya el instrumento deja de servir, pues su funcionamiento está ligado bajo un análisis particular del equilibrio, esto es, que deja de haber movimiento en el instrumento, sólo cuando uno de sus lados ha hecho contacto con el suelo. Por tanto, independiente de la diferencia de peso, siempre ocurrirá tal evento.

Hasta este punto hay que hacer entonces cierto cambio en el instrumento: las condiciones de igualdad entre los platos y el tamaño de los brazos no deben cambiar, pues dichas condiciones asegurarán que lo que se está analizando no es más que el peso, al menos hasta este punto. ¿Qué ocurriría entonces si cambiamos las condiciones del punto de apoyo?

Ahora se procede a experimentar qué ocurre si el punto de apoyo deja de estar en el centro de masa del brazo (Figura 25) y ahora se coloca un poco más arriba (Figura 26):

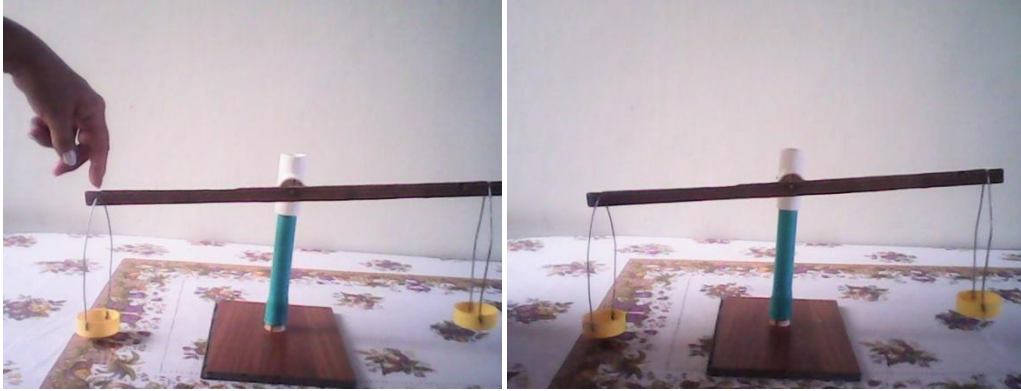


Figuras 25 y 26. Variación del punto de apoyo del brazo

Realizando los mismos procedimientos anteriores para la estabilidad en el instrumento, si el punto de apoyo del instrumento deja de estar en su centro de masa, se observa que cuando el brazo se encuentra en equilibrio (no movimiento) y se le da un pequeño empujón a uno de los lados del brazo, el brazo vuelve a su posición original. Así pues, el análisis del equilibrio en este punto cobra un sentido más profundo, por lo que habrá que analizar qué tipo de equilibrio se está presentando aquí, que difiere en el tipo de equilibrio cuando el punto de apoyo estaba en su centro de masa, donde el brazo dejaba de moverse independiente de la posición en que estuviera (cuando había igualdad de condiciones a ambos lados), tal como se muestra en las Figura 27



Figura 27 a: cuando el punto de apoyo está en su centro de masa, se observa que el instrumento no hay movimiento.



Figuras 27 b y c: cuando se le da un pequeño empujón a uno de los lados del brazo del instrumento, habiendo estado en equilibrio, se observa que queda inclinada debido al empujón, estando todavía en equilibrio, pues no hay movimiento.

Hasta este punto se había analizado de manera somera el papel que jugaba el equilibrio en el instrumento construido anteriormente, y sólo se observaba que había equilibrio cuando el brazo del instrumento no se movía. Cuando las condiciones del punto de apoyo cambian, cambia también la forma como se analiza el equilibrio:

Cuando el punto de apoyo del instrumento estaba justo en su centro de gravedad y el peso a ambos lados del brazo era el mismo, se observaba que el brazo quedaba en equilibrio, aunque había una particularidad: en cualquier posición que se encontrara el brazo del instrumento se presentaba la situación de equilibrio (no movimiento). Este tipo de equilibrio es a lo que autores como Castañer y Camerino (2007) llaman equilibrio “indiferente”.

Cuando el punto de apoyo del brazo deja de coincidir en su centro de masa, quedando un poco más arriba, se observa que hay una tendencia del brazo a volver a su estado original. Tal y como se mencionó antes, cuando el brazo se encuentra en equilibrio quedando horizontal respecto al suelo, al dar un empujón a uno de sus lados, el brazo se inclina, pero vuelve de nuevo a su posición original. Tipo de equilibrio al que denominaremos “equilibrio estable” y que se podría aprovechar para una cuantificación del peso.

Así pues, sin dejar de lado el proceso de ordenamiento de los cuerpos según su peso y teniendo en cuenta este segundo estado de equilibrio (equilibrio estable) presentado en este nuevo punto de apoyo del brazo del instrumento, se puede pensar en plasmar los criterios para un ordenamiento de pesos tal y como se hizo con el instrumento sin la modificación del punto de apoyo, además de establecer otros criterios que fundamentarán la propiedad peso como una magnitud:

PRIMER CRITERIO DE ORDENAMIENTO DE LOS PESOS

Tal y como se estableció anteriormente, diremos que un cuerpo cuyo peso es P_1 es IGUAL al peso P_2 de otro cuerpo si al colocarlos a ambos lados del instrumento, este no muestra tendencia a moverse o inclinarse. Lo expresaremos

$$P_1 = P_2$$

Por otro lado, cuando colocamos dos cuerpos P_1 y P_2 uno a cada lado del brazo del instrumento, y se observa que el brazo se inclina; por ejemplo hacia P_1 , diremos que P_1 es MAYOR a P_2 :

$$P_1 > P_2$$

Del mismo modo, si se produce una inclinación del brazo hacia P_2 , diremos que P_1 es menor a P_2 :

$$P_1 < P_2$$

De esta forma podemos saber cuándo el peso de un cuerpo es MAYOR, MENOR o IGUAL al peso de otro y ordenarlos según este criterio. Si esta propiedad que llamamos peso, es medible, le podremos asignar un valor numérico que represente la cantidad de peso que posee el cuerpo.

SEGUNDO CRITERIO PARA EL ORDENAMIENTO DE LA PROPIEDAD PESO

Hasta este momento se ha hablado de esa propiedad llamada peso que es intrínseca de cada cuerpo y cuya propiedad puede ser percibida en cada cuerpo,

independientemente su condición física. En un aspecto más formal, podemos instaurar esta propiedad como una “clase” que cumple ciertas características al ser comparada dicha propiedad entre cuerpos.

Cuando hablamos de clase, ya estamos hablando de comparación. Cuando se comparan dos cuerpos, se está buscando en ellos cierta igualdad o diferencia entre propiedades, procesos o fenómenos y al realizar una observación al respecto, ya estamos clasificándolos (Wartofsky, 1973). Al respecto Romero (p. 36) afirma que es precisamente en este sentido que, desde una perspectiva fenomenológica, no son los cuerpos (lo que él llama objetos, fenómenos o procesos) los que contienen las propiedades sino, por el contrario, aquel conjunto de propiedades que son en alguna forma estables lo que nos permite identificar a un cuerpo como tal.

En este sentido, a través del proceso de identificar las diferencias de peso entre dos o más cuerpos, le confiere a tal propiedad una estructura que se operacionaliza en una serie particular de relaciones: la relaciones de equivalencia. Wartofsky (p. 209):

“Así pues, en general, cualesquiera dos cosas que se comparen, si se consideran como miembros en común de cierta clase, se consideran por tanto como equivalentes en cuanto determinada propiedad, que constituye la condición de pertenecer a esa clase. Dicho de otra manera: de las cosas que comparten cierta propiedad cabe decir que generan la clases correspondiente a dicha propiedad, y por diferentes que puedan ser en otros aspectos, muestran una relación de equivalencia por lo que se refiere a tal propiedad.”

De esta forma, instaurando la propiedad “peso” de un cuerpo dentro de una clase, podemos establecer en ella una estructura en una relación particular: relación de orden, quedando así una manera más formal para el ordenamiento de los pesos.

Las propiedades formales a saber dentro de este marco para una relación de orden son: irreflexividad, asimetría, transitividad, y conectividad:

Cuando un cuerpo tiene un peso específico, dicho peso es constante y no debe cambiar aunque cambie su estado físico. Este aspecto debe ser propio de cada cuerpo, pues de lo contrario el peso dejaría de ser susceptible de ser medido. Tenemos por tanto que se cumple la propiedad irreflexiva, donde el peso de un cuerpo no debe ser ni mayor ni menor a él mismo.

La propiedad de asimetría se estableció con el primer criterio de ordenamiento de los pesos donde en dos cuerpos de pesos P_1 y P_2 se cumple alguna de las tres condiciones: $P_1 < P_2$, $P_1 > P_2$ ó $P_1 = P_2$

Teniendo tres cuerpos de pesos P_1 , P_2 , y P_3 , y supongamos que P_1 y P_2 se colocan a ambos lados del brazo del instrumento, además que el brazo se inclinó hacia P_1 , decimos entonces que $P_1 > P_2$. Supongamos también que realizamos el mismo procedimiento con P_2 y P_3 y ocurre que se inclina el brazo hacia P_2 , decimos entonces que $P_2 > P_3$ y de esta manera se cumple que $P_1 > P_3$. Así pues se cumple la propiedad transitiva al comparar tres o más cuerpos en el instrumento construido.

Cuando se tienen dos cuerpos de pesos P_1 y P_2 , tal que $P_1 > P_2$, debe existir al menos un cuerpo cuyo peso P_3 que cumpla: $P_1 > P_3 > P_2$. Esta propiedad de conectividad puede ser fácilmente observable con cuerpos cuya diferencia de pesos es muy notable para nuestros sentidos, pero también cuando la diferencia no es mucha, con la ayuda del instrumento, esto dependiendo también del rango al que esté construido.

De esta manera queda más formalizado el ordenamiento de los cuerpos según esa propiedad que llamamos peso, bajo una condición de clases.

Hasta ahora no hemos asignado un valor numérico, pero hemos formalizado un poco ese proceso de ordenamiento de los cuerpos que es uno de los criterios para que se considere el peso como una magnitud.

5.4.8. CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, además del análisis hecho del punto de apoyo, al brazo se le instalará el indicador, que servirá para mostrar cierta cantidad, de acuerdo a lo que se incline el instrumento, además que nos ayudará a que el brazo esté en su punto inicial. El punto de apoyo no estará muy alejado del centro de masa, para garantizar así una buena sensibilidad del instrumento, como se muestra en la Figura 28

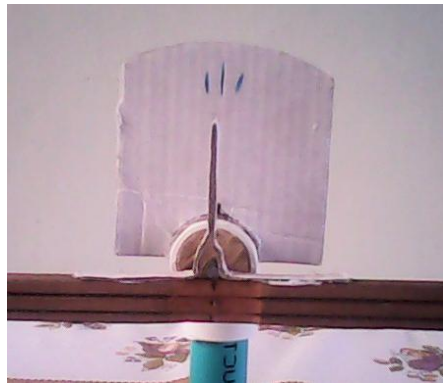


Figura 28: Indicador para verificar estado inicial

En el instrumento construido se cumple la adición de peso y se da de la siguiente manera:

Los cuerpos que se utilizarán para la calibración serán trozos de plastilina, pues es un material muy fácil de manipular (quitar o agregar peso). Tomemos un trozo de plastilina y llamaremos P a su peso correspondiente que será nuestra unidad base cuyo número que le asignaremos será 1.

Para colocar el indicador en su estado inicial o punto cero, basta con colocar un poco de peso al lado contrario de donde esté inclinado el brazo. Por el momento agregaremos peso en la punta del brazo hasta que el indicador del instrumento coincida en su punto inicial.

Estando el instrumento en su punto inicial, se coloca P a un lado del brazo y al otro lado un trozo de peso igual que llamaremos P_1 . (Verificaremos la igualdad

cuando el indicador permanezca en su estado inicial). Quedando así que $P = P_1$

Seguidamente, en un lado del brazo colocaremos a P y P_1 y al otro lado aumentaremos peso hasta que el indicador vuelva a su estado inicial y que llamaremos P_2 , que tendrá el valor de 2 veces P :

$$P_2 = P + P_1 = 2P$$

De igual forma, colocamos P_2 y P a un lado del brazo y al otro lado aumentaremos peso hasta que el indicador vuelva a su estado inicial y que llamaremos P_3 , lo cual tendremos que:

$$P_3 = P_2 + P = 3P$$

Y así hasta completar una escala que se ajuste a nuestras necesidades:

P

$P_2 = 2P$

$P_3 = 3P$

.

.

$P_n = nP$ donde n es un número entero positivo

Así mismo podremos obtener cuerpos cuyo peso sea $1/2P$, $1/3P$, o cantidad de subdivisiones que nuestro instrumento pueda percibir.

Estos cuerpos serán nuestra referencia y podremos obtener la masa de un cuerpo desconocido cuando al colocarlo a un lado de nuestro instrumento y al colocar al otro lado masas ya conocidas, el indicador vuelva a su estado inicial

Esta forma de calibración no hubiera sido posible o habría sido mucho más difícil si realizáramos los procedimientos anteriores con el punto de apoyo del brazo en su centro de gravedad, pues de esa forma, el brazo no buscaría su

estado original.

De esta forma, podemos asignarle un valor numérico a cuerpos que estén dentro del rango permitido por el instrumento, es decir, la capacidad de colocar masas conocidas a un lado del brazo del instrumento, tiene un límite y dicho límite será el límite máximo que recibirá el instrumento. Del mismo modo, cuando el instrumento deje de percibir una diferencia de masas, será entonces el límite mínimo que permitiría el instrumento.

5.4.9. LA NECESIDAD DE INSTAURAR UNA UNIDAD PATRÓN: UNA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA

La experiencia y el conocimiento común, no brinda unas bases homogéneas para que pueda haber una estandarización en las medidas a través de nuestros sentidos, es decir, que cada persona posee un rango distinto en sus mediciones por medio de la percepción, además, de acuerdo a las interacciones con el entorno y sus concepciones, se pueden establecer otros criterios no necesariamente relacionados con el peso, pero que de alguna manera lo asocian a ella. Por ejemplo, la presión que ejerce un cuerpo en la mano puede ser sinónima de ser más pesado, entre otros.

De igual forma, no todos los instrumentos construidos para ordenar y cuantificar el peso están diseñados para dar un resultado estandarizado sin que esté calibrado para necesidades más generales: Se necesita por tanto un ajuste al instrumento que permita establecer un lenguaje común al momento que se pretenda llevar a cabo la medida de la propiedad peso de un cuerpo.

Aunque lo más importante no es el resultado cuantificado de dicha propiedad, lo que realmente cobra sentido en esta parte es la posibilidad que permite el instrumento de hablar de la propiedad de un cuerpo e incluso mostrar si dicha propiedad se puede hablar en un lenguaje común para el resto de una comunidad, como el lenguaje matemático, por ejemplo.

Los espacios de discusión acerca de la propiedad que hemos llamado peso pueden ser generados incluso por la construcción del instrumento que cada quien haya realizado para comparar, ordenar o medir dicha propiedad, de manera que puedan haber concepciones muy parecidas de lo que se entiende por esta propiedad o al contrario, haber disertaciones al respecto de acuerdo al sentido o interpretación que cada quien haya hecho de lo que el instrumento le muestre.

De esta forma, los consensos en la clase de física adquieren un papel relevante en cuanto a la construcción de conocimiento colectivo, ratificando una vez más lo valioso de los procesos de construcción de un instrumento que abre la posibilidad de edificar tal conocimiento. Al igual que el conocimiento científico se construye como un conjunto de ideas que surgen a partir de la experiencia y del razonamiento, la escuela adquiere de igual forma un papel protagónico en la construcción del conocimiento, en la medida que se dé un sentido de construcción social de conocimiento. Parte del quehacer docente, por tanto, es mostrar que algún conjunto de sensaciones pueden ser compartidas por algún grupo de individuos, esto es, garantizar que un grupo social debe ponerse de acuerdo en ciertos consensos frente a una situación determinada, pues algunos pueden percibir ciertas cosas y no otras (Mach, 1948)

Por ejemplo, el problema de obtener una unidad patrón para lo que percibimos como peso, no es simplemente un asunto de aplicar el instrumento construido para obtener una medida, sino que es comprender lo que ocurre en cada procedimiento, en su construcción, lo que a su vez implica generar ambientes grupales donde se pueda comprender lo que se está haciendo y de esta forma establecer consensos en el aula (Medina y Tamayo, 2011).

Ahora bien, ¿qué papel juega el discurso en el aula para la construcción de conocimiento?

La construcción colectiva del conocimiento viene ligada a procesos discursivos y estos a su vez están sujetos bajo una cadena entre lenguaje, conocimiento y experiencia (Guidoni, 1990). Al elaborar un discurso bajo el propósito de

establecer consensos en el aula sobre lo que se entiende por peso, debe haber un poder de persuasión mientras se habla, esto bajo lo que la experiencia con el instrumento nos muestra, generando así no sólo un conocimiento individual, sino todo un conocimiento colectivo. Toulmin (2007) habla de esa relación entre el lenguaje y la experiencia como forma de producción del conocimiento, cuando hace alusión al poder de la argumentación:

“el contraste entre la razonabilidad de las narrativas y el rigor de las pruebas formales es el contraste entre la solidez de una argumentación sustantiva que tiene cuerpo y la fuerza necesaria para ser convincente y la validez de los argumentos formales cuya validez están determinadas por los puntos de partida”.

En la relación entre experiencia, lenguaje y conocimiento, no hay una jerarquía, es decir, que primero es el lenguaje, o que primero es el conocimiento, pues los tres hacen parte de un mismo rango de importancia. Por ejemplo, cuando anteriormente se hizo un proceso de construcción de un instrumento que permitiera ordenar los cuerpos según el peso, se pudo haber comenzado hablando de lo que se entendía por peso de acuerdo a lo que por experiencia se conoce y a partir de allí ir construyendo el instrumento, o haber conseguido un instrumento ya destinado para ello y construir un discurso de lo que se entiende por peso a través de la experiencia de de él surja. Pero en nuestro caso se parte de una necesidad que es la de ordenar cuerpos según eso que nuestros sentidos percibían y que le dimos el nombre de peso y durante la construcción del instrumento surgían variables que permitían reflexionar sobre el proceso de construcción de eso llamado peso y que a su vez ayudaban a mejorar el instrumento.

Lo que se pretende es que en el aula, durante un proceso de construcción de conocimiento sobre algo, no se lleve directamente a un proceso mecánico, es decir, que no se parta sobre la construcción del instrumento primero o que primero se acuda a los libros de texto, sino que cada quien parta desde lo que parezca más conveniente haciendo uso del lenguaje, del conocimiento y de la experiencia

y combinarlos de manera que cada uno haga su propia construcción de conocimiento, percibiendo ciertas cosas y no otras, que puedan ser complementadas bajo el discurso y experiencia de otros, llegando a un conocimiento colectivo y un proceso doblemente enriquecedor entre teoría y experiencia.

6. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Aclaremos que las transcripciones realizadas, fueron tomadas de las actividades desarrolladas de manera escrita por los estudiantes, durante 4 sesiones que se implementaron las guías.

En concordancia con el marco teórico, además de los propósitos establecidos en la investigación, se establecieron 2 categorías macro, una correspondiente a los **Procesos Discursivos** que surgieron durante el desarrollo de las diferentes actividades y otra donde se resalta una **Perspectiva Sociocultural** en torno a la construcción del instrumento.

A partir de la primera categoría macro, se establecieron 2 subcategorías, la primera correspondiente a los **procesos discursivos que dan cuenta de una construcción colectiva del conocimiento** y la segunda subcategoría correspondiente a la **construcción de explicaciones** que surgen en relación al instrumento.

Dentro de la segunda categoría macro, establecimos una subcategoría relacionada con los **acuerdos y desacuerdos** que surgen para el desarrollo de las actividades.

| CATEGORIAS | SUBCATEGORIAS |
|--|---|
| 1. Procesos discursivos | A. Procesos discursivos que dan cuenta de una construcción colectiva del conocimiento |
| | B. Construcción de explicaciones sobre la construcción del instrumento |
| 2. Perspectiva sociocultural: Acuerdos y desacuerdos | |

Tabla 2. Categorías A-priori

6.1. PROCESOS DISCURSIVOS

Dentro de esta categoría, se dio atención especial a los aspectos que relacionan los discursos dentro del aula, en concordancia con lo propuesto por Berstein y donde se entra a una relación estrecha a la forma como construyen explicaciones, asociando el instrumento a las mismas. Dentro de esta categoría se pretende resaltar que el discurso emerge de la construcción del instrumento y además de los aportes que hace cada individuo dentro del grupo, mostrando así que el discurso no se da de manera individual, sino que es toda una construcción mediada por la experiencia y que da cuenta de la construcción colectiva del conocimiento.

6.1.1. PROCESOS DISCURSIVOS QUE DAN CUENTA DE UNA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL CONOCIMIENTO

Esta categoría hace alusión a las relaciones discursivas que se resaltan durante el desarrollo de las actividades y que dan cuenta de una construcción colectiva del conocimiento. Aclaramos que dentro de esta categoría los discursos que daban sustento en torno a la construcción del instrumento abarcan desde la experiencia de cada miembro del grupo, hasta los datos que el instrumento les iba mostrando.

6.1.2. CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO

Hacemos alusión a que la construcción de las explicaciones está basada en la construcción del instrumento. En concordancia con Latour y Woolgar (1995) asumimos como unidades de registro una serie de enunciados, como transcripciones de las discusiones que surgieron al momento de presentar las actividades, dándole el papel al instrumento como aquel generador de discursos escritos y verbales, y que de una u otra forma se resaltan algunos elementos que

permiten afirmar que efectivamente las construcciones discursivas se dan de manera colectiva, tomándose en consideración los aportes de cada integrante del grupo.

6.2. PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL: Acuerdos y desacuerdos

Dentro de esta perspectiva se da una visión a la experimentación como un espacio de construcción del fenómeno y donde las relaciones discursivas tienen gran influencia dentro de tal proceso de construcción. En esta perspectiva, los datos, las observaciones e incluso la construcción del instrumento dan pie a discusiones fructíferas, además que los puntos de vista de cada participante se hacen relevante para futuras explicaciones.

Desde esta perspectiva, los instrumentos son, de acuerdo a Latour y Woolgar (1995), reificaciones sociales de las teorías. Es también un medio de discurso para hablar de algo, ningún fenómeno de los que se habla podría existir sin el instrumento. Por tanto, el instrumento es una construcción colectiva, además que permite la vinculación directa entre experiencia y teoría.

En esta categoría sólo resaltaremos los acuerdos y desacuerdos que se daban dentro de cada grupo de participantes como forma de construcción del instrumento y como forma de establecer unidades patrón para una cuantificación del peso.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Consideramos pertinente que los grupos seleccionados para el caso no estuvieran aislados del los demás miembros del salón, que también fueron conformados por grupos, esto con el fin de que permanecieran en su contexto habitual de clase y así observar cómo interactuaban con los demás, donde intercambiaban ideas y procedimientos para el desarrollo de las actividades propuestas (colectivo de pensamiento).

Es de resaltar que no todas las discusiones orales y escritas que se dieron en las sesiones fueron objeto de análisis. Además, las interpretaciones que dan a continuación son dadas de acuerdo a la información obtenida, sin que dichas interpretaciones sean objeto de discusiones posteriores. Los análisis realizados están a la luz de los aspectos teóricos de Basil Bernstein, los desarrollos sociales y culturales en relación con el instrumento por parte de Latour y Woolgar y de las discusiones desarrolladas en las asesorías del trabajo de investigación, con respecto a la experimentación.

7.1. PROCESOS DISCURSIVOS

7.1.1. PROCESOS DISCURSIVOS QUE DAN CUENTA DE UN CONOCIMIENTO MEDIADO POR EL ENTORNO Y UN SABER DISCIPLINAR

Como se planteó anteriormente, los procesos discursivos dan cuenta de una construcción colectiva del pensamiento en tanto las relaciones que se dan dentro del aula, no sólo por los grupos participantes, sino con todos los miembros del

grupo en general, están mediadas por los conocimientos que cada uno tenga y que haya sido interiorizada dentro de su grupo social.

En concordancia con Berstein (1990), logramos identificar dos tipos de discurso que se acogen bien a esta categoría: los **discursos horizontales** (cotidianos o de sentido común) y los **discursos verticales** (académico o disciplinar).

DISCURSOS HORIZONTALES

Este tipo de discurso es accesible a todos los miembros del grupo y tiende a ser un discurso de tipo oral, local, dependiente y específico del contexto.

Es posible identificar que este tipo de relaciones discursivas fueron comunes en la mayoría de etapas de las actividades experimentales, ya que la mayoría de los participantes involucraba el contexto y su sentido común al momento de dar explicaciones sobre lo que ocurría, resultando enriquecedor durante las actividades propuestas.

En la primera actividad experimental (Anexo 5) los participantes exploraron diferentes materiales, logrando identificar propiedades, además de que dichas propiedades fueran comunes entre los mismos materiales.

De esta actividad, el **grupo 1** dice que la *“harina posee color blanco, con textura delgada... se mezcla con líquido”* también describen que la *“masa es manejable, de color amarilla, tiene un olor a maíz”*; por otro lado, el **grupo 2** describe la *“maicena: color blanco, su textura suave, no tiene sabor específico, no es moldeable... es manipulable, se puede combinar, cambia de sólido a líquido, fría a caliente, es soluble.”*

En el discurso de ambos grupos están dando cuenta de una característica propia de las harinas que se puede mezclar con líquido, siendo posible considerar que el uso que se le da al conocimiento sobre las propiedades del cuerpo tenga un carácter de corte empírico y mediado por el entorno, ya que es a partir de la

experiencia y el sentido común que se puede dar un carácter de solubilidad a este tipo de material, llevándonos a pensar en ese discurso de corte horizontal que se da en ambos grupos. Ahora bien, cuando se refieren a “textura suave” y “textura delgada” para describir el nivel de dureza de este material, están haciendo uso de un conocimiento adquirido con base a la experiencia y al uso de sus sentidos (el tacto).

De lo anterior, podemos resaltar que los procesos que utilizan los estudiantes al momento de crear un discurso que dé cuenta de lo que se les está proponiendo, muestran que ellos tratan de relacionar lo que perciben con los conocimientos que tienen y que su sentido común les trae al momento de crear un discurso que represente esas percepciones.

En la segunda actividad experimental (Anexo 6) los estudiantes identifican las propiedades comunes de los cuerpos y analizan cuáles de ellas pueden ser comparables y ordenables, describiendo un procedimiento para ordenar esas propiedades, haciendo uso de sus sentidos.

De esta actividad, al momento de elegir una propiedad común entre los cuerpos se tiene del **grupo 1**, que dicen *“En este caso la propiedad que se puede comparar es el peso de cada uno de los elementos, como por ejemplo el tornillo tiene mayor peso que la plastilina...”*, por su parte, el **grupo 2** dice *“La propiedad de estos cuerpos en común es el peso, ya que nuestros sentidos nos permite hacer comparaciones de uno y el otro haciendo una suposición o una aproximación entre un material y otro”*, de otro lado el **grupo 6** dice *“las propiedades que vimos que se pueden comparar son: el peso, el volumen, el tamaño... porque estos tienen diferentes pesos, ya que unos pesan más que otros: por ejemplo el tornillo es el más pesado de todos...”*

Como se dijo anteriormente, dentro de esta segunda actividad, se proponía que cada grupo analizara qué propiedad puede ser comparable y ordenable. En los 3 discursos de los estudiantes, se evidencia algo en común, cuando se dice que el peso es la propiedad que se puede comparar y ordenar. Lo anterior nos lleva a

pensar que hay una estructura ya definida de la palabra *peso*, marcada por la experiencia que cada grupo tiene con esa palabra y el significado que ellos le dan. Cuando nos referimos a experiencia, hacemos alusión a que en los grupos analizados la palabra *peso* involucraba necesariamente el uso de sus sentidos ya que cuando nombraban dicha palabra, procedían a comparar dos cuerpos simultáneamente, utilizando sus manos como primera fuente de comparación; frases como "el *tornillo tiene mayor peso que la plastilina*", "*una aproximación entre un material y otro*", "*el tornillo es el más pesado de todos*", nos pueden dar ejemplos inmediatos de esto. Así pues, la palabra *peso* ya estaba involucrando una comparación entre dos cuerpos. De esta manera se puede decir que esta propiedad está incorporada en el lenguaje del estudiante por lo que el entorno le ha ofrecido, mostrando así los tres grupos un discurso de tipo horizontal, donde la definición de *peso* se relaciona directamente con las percepciones.

Se muestra en el discurso el uso de sus sentidos como primer elemento que les proporcionará una forma de ordenar los cuerpos mediante una comparación. En concordancia con Bernstein, dentro de los discursos presentados se tienen unas representaciones determinadas por la experiencia y lo que el contexto le ha ofrecido de manera individual, permitiendo así una red de relaciones entre los grupos, tomándose un conocimiento estructurado desde el sentido común.

DISCURSOS VERTICALES

Los discursos de este tipo corresponden a un discurso oficial e independiente del contexto, por lo que gira en torno a significados especializados, los cuales se adquieren de manera gradual con el paso del tiempo.

Durante el desarrollo de la actividad experimental 1 (Anexo 5), el **grupo 1** describe las propiedades de una canica afirmando que "*... tiene masa, peso y volumen y ocupa un lugar en el espacio*"; el **grupo 2** dice que "*estas propiedades fueron comparables y comparadas mediante el sentido de nuestras manos, pero*

sin calcular el peso exacto”, por otro lado el **grupo 6**, comenta que: “... *su peso lo podríamos sacar, digamos echando la harina en un recipiente y llevándolo a una pesa, y esta nos daría el peso...*”

En los tres grupos la palabra *peso* tiene un significado característico y que por un lado parece ser mediado por las relaciones con el contexto, pero por otro, hacen distinciones del *peso* que nos llevan a categorizar estos discursos con una estructura vertical. Al hacer la distinción entre “*masa y peso*”, como dos propiedades diferentes de un cuerpo, se está relacionando ese conocimiento a un conocimiento académico que ha dado las bases para lograr esa distinción. Sin embargo, no hay una distinción propia en la forma de utilizar las unidades de medida para el peso y la masa (diferencia entre Kilogramo y Newton), por tanto esta forma de diferenciación de las dos propiedades se acopla a la estructura horizontal dentro del discurso vertical, donde se pueden dar significados paralelos y dentro de una gramaticalidad débil, tiende a presentarse disenso.

En los discursos de los **grupos 2 y 6** se puede apreciar una forma de categorizar el peso como propiedad medible, propia del proceso de recontextualización o adquirido mediante lo disciplinar. La expresión “*sin calcular el peso exacto*” del **grupo 2**, hace alusión a la comparación hecha entre los cuerpos entregados para su análisis y que en dicha expresión se muestra el peso como una propiedad medible. Por su parte, el **grupo 6** en la expresión “... *echando la harina en un recipiente y llevándolo a una pesa, y esta nos daría el peso*” para referirse a la forma como obtendrían el peso de la harina, muestra que además de concebir el peso de la harina como una propiedad medible, necesitan de un instrumento que posibilite tal cuantización. En ambos grupos se presenta un conocimiento de corte disciplinar y jerárquicamente organizado pues se da la posibilidad de llevar el peso a una cantidad numérica, que es propia de una representación abstracta; por tanto este tipo de discursos muestra que además de ser un discurso vertical, presenta una estructura jerárquica de conocimiento, donde la utilización del número para representar una cantidad observable, determina unos patrones estándares y supuestos comunes.

En armonía con los planteamientos de Bernstein, los discursos pueden establecerse de formas diversas, bien sea de forma escrita, como desde un discurso oral o a partir de representaciones gráficas. Estos tipos de discursos pueden generar formas gramaticales fuertes o débiles llevando al consenso o al disenso dentro de un grupo. Así pues, dentro de la actividad experimental 4 (Anexo 8) se pudieron identificar dos formas discursivas, técnicamente distintas, pero que en esencia pretendían representar una misma cuestión

En la actividad experimental 4 (Anexo 8) se pretendía que en los grupos se creara la necesidad de instaurar una unidad patrón para la cuantización del peso. La pregunta que giraba en torno a la unidad patrón era la creación de una escala o unidad base que sirviera para medir cuantitativamente el peso y así poder organizar los cuerpos de acuerdo a esa unidad. Se utilizó plastilina ya que esta es manejable y permite crear cantidades muy parecidas. Las formas de proceder de los grupos fueron variadas, especialmente en la comunicación para expresar los resultados, permitiendo observar las diferentes formas discursivas de corte vertical. Al respecto el **grupo 1** establece una unidad patrón y comenta: *“realizamos una medida que nosotros mismos denominamos US”* y posteriormente realizan una tabla con las medidas de los pesos organizados de mayor a menor, de acuerdo a esa unidad patrón establecida por su grupo.

De igual forma, el **grupo 6** realiza su propia unidad patrón y especifican: *“En este punto una escala la cual la unidad principal es una bolita de plastilina pequeña”* y dibujan una bolita haciendo alusión a su unidad patrón.

Posteriormente realizan las comparaciones de los cuerpos en torno a esa unidad patrón.

Tanto el fragmento del **grupo 1** como el del **grupo 6** son considerados formas discursivas de corte vertical, una en relación a una estructura jerárquica de conocimiento y otra en relación a una estructura horizontal. El discurso del **grupo 1** presenta una estructura jerárquica, donde realiza una representación abstracta

de las medidas tomadas, es decir, hacen uso del número y la unidad para representar la cantidad de peso de cada cuerpo. Esta forma de asignarle un valor numérico a una propiedad como forma de cuantificarla, es muy común dentro de la comunidad científica, presentando así supuestos comunes y estándares en la forma como miden la cantidad de peso de los cuerpos.

El **grupo 6** también utiliza representaciones abstractas como forma de cuantificar el peso de los cuerpos. La unidad base utilizada por el grupo es propia de una unidad patrón, por lo que los objetos pudieron medirse en torno a esa unidad. La noción de igualdad para representar una cantidad en términos de otra es propia de un discurso vertical, pero la forma como la representan, refleja un discurso muy propio de ese grupo: en esta parte no hacen precisamente alusión al número para representar una cantidad, pero utilizan una forma de conteo muy particular, mostrando una forma de lenguaje particular y segmentado (lenguaje de descripción interno)

7.1.2. EXPLICACIONES EN TORNO A LA CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO

Los procedimientos realizados por los grupos muestran de manera implícita los procesos de medibilidad asociados al instrumento, además que entre ellos exponen los procesos necesarios para su funcionamiento. Dándole una mirada a las consideraciones planteadas por el caso (estudiantes), durante el desarrollo de las actividades, se puede evidenciar uno de los aspectos claves en los procesos de medibilidad cuando se menciona: *“...tenemos que estar atentos a que esta parte se encuentre en todo el centro del clavo; si lo ponemos en esta parte tendremos muy estable la balanza sin ningún inconveniente.”* O cuando se dice: *“... también utilizamos plastilina para mantenerla estable y ordenada. También utilizamos un pedazo de cartulina para saber cuando esta estable, como medidor de precisión.”* por otro lado se tiene que: *“... cuando un brazo se baja más que el otro nos indica que ese elemento pesa más que el otro...”*

Se evidencia en los planteamientos de los estudiantes, que los procesos de medibilidad asociados al instrumento, de alguna manera están mediados por lo que ellos observan del mismo, en concordancia con Latour y Woolgar, es el instrumento quien permite establecer los criterios comunes para el funcionamiento del instrumento y que a medida que el instrumento se mejora, se hace necesario establecer unos nuevos criterios para su perfeccionamiento. Desde este punto de vista, se puede apreciar que estos planteamientos a su vez están dando cuenta de una imagen de ciencia, donde el estudiante mismo construye ese conocimiento y lo pone en cuestionamiento, para dar cuenta que verdaderamente el instrumento está funcionando.

Por otro lado se puede apreciar que ese proceso realizado por los estudiantes se da de una manera subjetiva, ya que está mediado por unos conocimientos previos adquiridos en su entorno social, adquiridos de manera individual, pero al momento de aportar los conocimientos individuales dentro del grupo, se está llegando a un colectivo de pensamiento donde los conocimientos se hacen comunes frente a una situación determinada, en este caso para la construcción del instrumento.

Estos planteamientos fueron tomados del desarrollo de la actividad experimental 3, cuyo objetivo era establecer criterios y describir cómo estaba diseñado el instrumento que diera cuenta del ordenamiento del peso de diferentes cuerpos.

De estos planteamientos se puede resaltar que evidentemente se hace necesario la construcción de unos criterios para el funcionamiento del instrumento, además de describir cómo funciona para dar cuenta de ese ordenamiento.

En la realización de este análisis se establecieron algunas relaciones entre las formas como ellos construían el instrumento, además de las explicaciones que se daban en torno al funcionamiento del mismo. Dentro de la subcategoría 1.2 que hace alusión a los procesos discursivos que se dan en torno a la construcción del instrumento, se puede notar un aspecto común y es que cada instrumento

construido es similar. Cabe resaltar que en ningún momento se les propuso un instrumento en común, este surgió a medida que iban desarrollando las actividades:

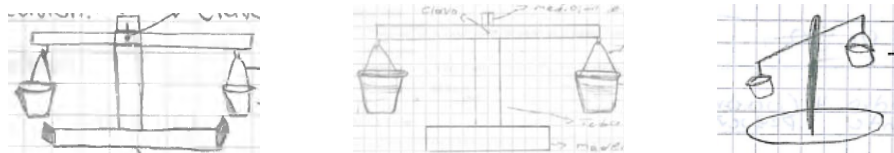


Figura 29. Instrumentos diseñados por los estudiantes

Esa similitud en el diseño de los instrumentos, puede relacionarse con esas concepciones previas que cada estudiante tiene está mediada por el entorno, a su vez, con la relación del instrumento como extensión de los sentidos para mejorar la percepción de las propiedades de los cuerpos.

En este sentido, se puede pensar que ya al hablar de instrumento, se está pasando de una herramienta o artefacto que ha sido permeado por el conocimiento común, esa herramienta construida tiene la característica de instrumento debido a que se está relacionando a unos procesos mediados por un conocimiento común aportado por el contexto social a ese grupo de individuos que están construyendo ese conocimiento.

Otro aspecto que se puede resaltar en esta parte es que el conocimiento que se está construyendo, no solo está relacionado a lo que el instrumento va mostrando a medida que se le hacen modificaciones para su funcionamiento, sino también que el mismo instrumento genera unas relaciones discursivas de un grupo social, donde a su vez manifiesta esa relación que tienen sus conocimientos previos con las nuevas experiencias a las que se enfrenta.

A partir de los análisis realizados, se puede destacar la importancia del instrumento durante el proceso de recontextualización, ya que fue a partir de la misma génesis del instrumento como se fue construyendo el fenómeno y posteriormente la necesidad de mejorar dicho instrumento debido a los nuevos hallazgos que iban surgiendo. En concordancia con Latour y Woogar, el

instrumento surge como necesidad de profundizar en el fenómeno, en este caso en la medida del peso, para luego ser el mismo instrumento el que permite generar discusiones a partir de lo visto en él.

Por otro lado, realizar la recontextualización sobre el análisis y medibilidad del peso a través del instrumento, pone en reconsideración el carácter de la actividad experimental dentro del aula, además que permite que el discurso que se da en torno a la realización de tal proceso de recontextualización no sea ajeno pues surge de la propia experiencia. Así pues, los discursos que pudieron identificarse en torno al proceso de recontextualización se acoplan a los aspectos teóricos propuestos por Bernstein, donde la regulación de los discursos en torno a la construcción del instrumento muestran la vinculación del entorno y algunas posturas científicas referidas a lo que se considera por peso de un cuerpo.

8. DISCUSIONES FINALES

Teniendo en cuenta los aportes de Latour y Woolgar y los aspectos teóricos de Bernstein, pudimos acoplarlos a nuestra forma de concebir la ciencia y a darle una visión relevante al instrumento dentro de la actividad experimental como posibilitador de discurso dentro del lenguaje de la ciencia, logrando así llevar una postura de tipo constructivista del conocimiento científico.

Desde este punto de vista, ponemos en consideración las formas tradicionales de enseñanza en el aula y la manera como se orienta la actividad experimental para abordar los fenómenos. Estamos de acuerdo en que el instrumento posibilita generar formas de lenguaje científico que dan cuenta de los fenómenos, posibilitando profundizar más en ellos, dándole a la ciencia un carácter más constructivista, donde no solo lo disciplinar sino también la mediación del contexto se incluye en tal construcción sociocultural del conocimiento científico.

La orientación de la actividad experimental propuesta en este trabajo de investigación, permitió observar y reflexionar acerca de la forma como los estudiantes vinculan sus propias experiencias en torno a resolver las actividades propuestas y tomen sus propias decisiones, siendo así protagonistas en la construcción de su propio conocimiento. Se pudo observar así las formas de proceder de los estudiantes en cuanto a la importancia que le daban al instrumento y al mejoramiento del mismo, donde todas las opiniones y actos de cada miembro apuntaban a un propósito común. Todo lo anterior generaba en los estudiantes ciertas relaciones discursivas que apuntaban a una visión de la ciencia más de corte social y cultural.

En lo que se refiere al proceso de recontextualización, manifestamos que fue muy enriquecedor la vinculación de lo disciplinar y lo contextual a la actividad experimental a través del instrumento, ya que permitió el cuestionamiento de aspectos en torno a la medida del peso que quizá no hubieran surgido sólo con la

lectura de los contenidos teóricos, llevando de pronto a la creación de discursos ajenos. En este sentido, estamos de acuerdo en que llevar un proceso de recontextualización de esta manera, posibilita que el docente reflexione sobre la física misma, vinculándose más a ella y no sólo pensar en cómo enseñarla.

Por tanto, aludimos a la experimentación como un escenario donde se promueve las formas de pensar y razonar acerca de los fenómenos, dándole una mirada al instrumento como posibilitador de relaciones discursivas que dan cuenta de la construcción del conocimiento, en tanto que lleva a reflexionar sobre la física misma. Lleva además a la apertura de nuevas miradas a la experimentación y a la riqueza en conocimiento que ella entraña. Lo anterior, entiéndase de que el saber en una disciplina implica conocer también los procesos y procedimientos que surgen de la misma y el valor que se le da al instrumento como parte de la actividad experimental, de ahí que este trabajo fomente reflexiones en considerar la actividad experimental y el carácter del instrumento en la construcción del conocimiento científico.

9. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DEL TRABAJO

Por medio de este trabajo de investigación se fortalecieron diversos aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias, donde se consolidó la importancia de que en la construcción de explicaciones, en este caso relacionado con los procesos de medibilidad del peso de un cuerpo, se tenga en cuenta el uso del instrumento como primer elemento para llevar tal proceso, lo cual genera una forma alternativa respecto a la actividad experimental en el aula y a la construcción del conocimiento científico.

La realización del proceso de recontextualización a propósito de la medida del peso, trajo consigo ciertas potencialidades en cuanto a que surgieron preguntas relacionadas con la medición del peso y con el instrumento mismo. Temáticas como el centro de masa, torque y equilibrio permitieron reflexionar sobre la localidad de la masa como asunto invariable del peso, además que permitieron explicar el funcionamiento del instrumento de una manera más formal.

De esta manera podemos destacar la potencialidad del proceso de recontextualización realizado en la medida que no sólo orienta de una manera coherente las actividades en el aula, sino que además permite reflexionar en cuanto a lo disciplinar ya que el ejercicio de establecer relaciones y procedimientos involucrados en la construcción de una magnitud adquiere importancia cuando se piensa en la física misma y no sólo en la forma de llevarla al aula.

Así pues, el docente se hace partícipe de las dinámicas propias de la construcción del conocimiento científico y por tanto, no sólo tendrá formas alternativas de llevar el conocimiento al aula de manera estructurada, sino que también puede orientar los procesos partiendo de un discurso y procedimiento propios. Además de esto, el llevar un proceso de recontextualización permite

reflexionar sobre la propia actividad experimental y la forma como debe ser reorganizada para recrear las relaciones propias del quehacer científico, posibilitando así formas de ver y construir el mundo.

Se puede ver el instrumento como un caso particular del proceso de recontextualización dentro de la enseñanza de las ciencias, donde es a través del instrumento que se puede pensar en el análisis y construcción de los fenómenos. Dicho de otra forma, lo que se construye del fenómeno está directamente implicado a lo que el instrumento va arrojando (datos, gráficas, ect.), posibilitando así hablar de manera más propia sobre aquello que se evidencia a partir de él y de esta forma proporcionar un componente pedagógico que vincule de manera directa al estudiante como forma de crear discusiones fructíferas en el aula.

El proceso de recontextualización se pudo ver como potenciador de espacios de reflexión y de creación de discusiones centradas en la construcción del conocimiento de una manera más propia y activa en la enseñanza de las ciencias.

La orientación de las actividades propuestas en el aula, permitieron observar actitudes y disposiciones positivas de los estudiantes, diferentes a las que se generan cuando se presenta la actividad experimental de una manera tradicional y verificacionista. Los estudiantes se sintieron más comprometidos con cada actividad, dando como consecuencia el aporte de cada uno a partir de su propia experiencia, resultando esto más significativo.

Las relaciones discursivas que surgieron en cada actividad propuesta por parte de los estudiantes, permitieron observar la relación estrecha que existe entre lo que los estudiantes traen del entorno y lo que el instrumento les muestra. Es el instrumento el que permite de cierta forma generar relaciones discursivas con el entorno y con los demás estudiantes en la construcción de un fenómeno físico, posibilitando así colectivos de pensamiento que toman un rumbo direccionado a fines comunes, siendo esto enriquecedor para mostrar una imagen de ciencia acorde a las formas contemporáneas de educación en ciencias.

Como perspectiva de trabajo se puede pensar que la propuesta presentada en este trabajo, puede estar vinculada en el análisis de otros procesos de medibilidad asociados a la construcción de un instrumento.

Por otro lado, se puede pensar en identificar otros aspectos relacionados, por ejemplo, a las relaciones discursivas que surgen en cuanto a la actividad experimental, a las didácticas o metodologías empleadas en la enseñanza de las ciencias, al papel del instrumento en la construcción de magnitudes, entre otros.

10.REFERENCIAS

10.1. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ayala, M. M. y Malagón, J. Francisco (2004), La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. En: Física y Cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, No. 7.
- ✓ Ayala, M. M., Malagón, J. Francisco Y Sandoval, Sandra (2011) El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes. Centro de investigaciones Universidad Pedagógica Nacional - CIUP
- ✓ Bernstein Basil, (1981). "Codes, Modalities and the Process of Cultural Reproduction: A Model", Anglo American Studies, Vol. 1, No. 1.
- ✓ Bernstein, B. (1990). Class, codes and control vol 4: The structuring of pedagogic discourse. Londres: Routledge.
- ✓ Bernstein, B. (2000). Pedagogy, Symbolic Control and Identity. Londres: Rowan & Littlefield.
- ✓ Bernstein Basil, Díaz Mario. (S.F). Hacia una teoría del discurso pedagógico. Traducido de: Collected Original Resources in Education (CORE), Vol. 8, No. 3, 1984.
- ✓ Borda P. Olga Lucía y Erazo P. Manuel. (2010). Concepciones sobre ciencia e investigación en profesores de química en formación inicial: un estudio en el contexto de los trabajos experimentales. En línea: [<http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/TED/article/viewFile/1072/1082>]. Fecha de descarga: 5 de septiembre de 2012.
- ✓ Campbell, Norman. Medición. 1921. En Newman, J. (Ed). Sigma: El mundo de las matemáticas, Tomo 5. Ediciones Grijalbo S.A., Barcelona, 1994.
- ✓ Carrascosa, J. (2006) Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 23 (2).

- ✓ Carvajal, Héctor Mario y Franco, Erika (2008). Importancia de la aplicación del trabajo experimental como componente esencial en la enseñanza de la física.
- ✓ Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1996) La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo, Enseñanza de las Ciencias, 14 (2).
- ✓ Gil Pérez, Daniel y otros (1999). Enseñanza de las ciencias, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?
- ✓ Graizer, Oscar y Navas, Almudena. (2011) El uso de la teoría de Basil Bernstein como metodología de investigación en Didáctica y Organización Escolar. Revista de Educación, 356.
- ✓ Guidoni P, Arca y Mazzoli P. (1990). Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base. Editorial Paidós. Barcelona.
- ✓ Hodson, D., (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, Enseñanza de las Ciencias, 12 (3)
- ✓ Lakatos, Imre (1987). Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales. Editorial Tecnos S.A.
- ✓ Mach, Erns (1948). Conocimiento y Error. Primera edición. Compañía editora Espasa-Calpe. Buenos Aires. Argentina
- ✓ Manghi H., Dominique (2009). Co- utilización de recursos semióticos para la regulación del conocimiento disciplinar. Multimodalidad e intersemiosis en el Discurso Pedagógico de Matemática en 1° año de Enseñanza Media. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- ✓ Medina, Julián y Tarazona, Milton. 2011. El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física. Tesis de maestría. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.
- ✓ Ministerio de Educación Nacional (S.F.). Estándares para la excelencia en la educación. Primera edición, Bogotá, D. C. – Colombia

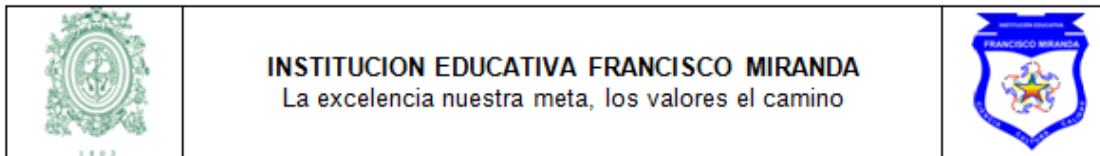
- ✓ Muller, J. (2007). A sociology for the transmission of knowledges. En F, Christie, F. y J. Martin (Eds.), *Language, knowledge and pedagogy: functional linguistics and sociological perspective* (pp. 14 -33). Londres: Continuum.
- ✓ Romero, Ángel E. (2011). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico*, informe final. Universidad de Antioquia. Facultad de Educación.
- _____ (2002). *Informe final de investigación: Los procesos de matematización y la organización de los fenómenos físicos: el caso de los fenómenos mecánicos y térmicos*. Universidad de Antioquia. Facultad de Educación.
- _____ (2013). Conferencia: *La experimentación en la clase de ciencias como potenciadora de reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias*. Grupo ECCE. Universidad de Antioquia.
- _____, Rodríguez, Olga Luz Dary (1999). *Desarrollos galileanos en el campo de la estática: una posible contribución a la enseñanza*. En: *Revista Física y Cultura*, 05.
- ✓ Ruiz T., Francisco (2006). *Ideas de ciencia y su incidencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje*. En *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 2(1).
- ✓ Stake, Robert E (1998). *Investigación con Estudio de casos*. Ediciones Morata, S.L.
- ✓ Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: península.
- ✓ Treitz, Norbert (2005). *Roberval y polipasto*. En *Investigación y Ciencia: Edición española de Scientific America*, 348, Barcelona.
- ✓ Valdés Castro, P., Valdés Castro, R. (1999). *Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en las condiciones contemporáneas*. En: *enseñanza de las ciencias*, 17 (3). Valencia, España.
- ✓ Wartofsky, Marx. *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Tomo I. Alianza Editorial, Madrid, 1973.
- ✓ *Física Giancoli: Página 128: Equilibrio y condiciones*
- ✓ *Física Sears Vol. 12.*

10.2. CIBERGRAFÍA

- ✓ Díez, Javier, Espinazo, Mabel y Mayans, Arturo (2007-2008). Fundamentos del equilibrio como capacidad perceptivo-motriz, puesta en práctica y su implicación en el currículo de EF en la etapa de educación primaria. 1º A. Magisterio Educación Física. Documento en línea sobre equilibrio: [http://www.ugr.es/~proexc/ejemplos/subproy4/PORTAFOLIOS/Trabajos%20grupales/T6%20\(grupo%206\)%20EQUILIBRIO%20capacidad%20perceptivo-motriz/GT06%20Equilibrio.pdf](http://www.ugr.es/~proexc/ejemplos/subproy4/PORTAFOLIOS/Trabajos%20grupales/T6%20(grupo%206)%20EQUILIBRIO%20capacidad%20perceptivo-motriz/GT06%20Equilibrio.pdf)

ANEXOS

ANEXO 1: Solicitud de autorización a padres de familia



Medellín, 08 de Mayo de 2013

Asunto: Solicitud de Autorización

Estimado padre de familia

Los maestros en formación Jessica Vanegas, Juan Camilo Carmona y Lina Paola Mosquera del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, actualmente nos encontramos realizando el trabajo de investigación educativa (trabajo de grado), de tipo cualitativo, necesario para culminar nuestras actividades formativas de la carrera.

Nuestra investigación tiene el propósito de buscar alternativas que propendan por formas alternativas de enseñanza de la física donde se vincule de una manera más directa al estudiante en la construcción del conocimiento en la sociedad actual.

Las actividades de la investigación se realizarán en seis sesiones durante el segundo periodo del curso de física, con los estudiantes del grupo 10^o - 2 de la Institución Educativa Francisco Miranda, contando con la previa autorización de las directivas y el docente del área.

Durante este período será necesaria la participación activa de su hijo(a) en las actividades propuestas, donde se hará necesario la toma de evidencias como son: audios, videos, fotografías y el desarrollo de cada actividad por parte del estudiante.

Cabe resaltar que la información recogida será utilizada únicamente con fines educativos y a su vez favorecerá el aprendizaje del estudiante, sin que esto obstaculice el desarrollo normal de sus actividades escolares.

Por dicha razón solicitamos su autorización para llevar a cabo estas actividades con el estudiante en el aula.



Agradecemos de antemano su comprensión y apoyo

Nombre del Estudiante: _____

Documento de identidad: _____

Firma y cédula del Padre de Familia o Acudiente:

ANEXO 2: Guía de observación de clase

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  |
|---|---|---|

GUÍA OBSERVACIÓN DE LA CLASE

Fecha:

Área de Ciencias Naturales - Física Profesor: Julián David Medina Tamayo

Grado: ____ Grupo: ____ Tema de la clase: _____

En la siguiente matriz, se asignara una calificación de acuerdo a los siguientes aspectos, para lo cual utilizaremos una escala de 1-3 donde 1 es la mínima nota y 3 la máxima, de acuerdo con lo observado durante una clase de Física; además de comentarios entorno a alguno estudiantes y al final se tratará de recoger información acerca de estudiantes en particular de acuerdo a su participación en la clase

| ASPECTOS A EVALUAR A LOS ESTUDIANTES | | 1 | 2 | 3 | COMENTARIO |
|--------------------------------------|---|---|---|---|------------|
| Interés y Disposición | Interés por conocer el tema y las actividades a desarrollar durante la clase. | | | | |
| | Comportamiento y concentración durante la explicación. | | | | |
| | Postura corporal coherente a las actividades que se están realizando | | | | |
| | Disposición para la realización de actividades grupales. | | | | |
| | Disposición para la realización de actividades individuales. | | | | |
| | Disposición para el dialogo y la participación. | | | | |
| Participación | Liderazgo frente a actividades. | | | | |
| | Formulación de preguntas del tema expuesto. | | | | |
| | Participación en las actividades de la clase. | | | | |
| | Uso de estrategias para la asimilación de contenidos. | | | | |
| Coherencia en el discurso | Coherencia con las ideas planteadas | | | | |
| | Uso de experiencias personales para ejemplificar las situaciones planteadas por el docente. | | | | |
| | La base del discurso es el conocimiento previo | | | | |
| | Presenta discurso amplio, con ideas coherentes a lo trabajado en clase | | | | |

COMENTARIOS GENERALES DE LA CLASE:



OBSERVACIONES INDIVIDUALES

Aspectos observados de manera individual

| NOMBRE DEL ESTUDIANTE | |
|-----------------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| | |
|--|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|--|---|

ANEXO 3: Episodio

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  |
|---|---|---|

| | |
|--------------------------|--------|
| Nombres completos | |
| | |
| | |
| | |
| Grado: | Grupo: |

PROPÓSITO GENERAL

- Discutir cuestiones relacionadas con la actividad científica



ACTIVIDAD DE DISCUSIÓN

Hay diversas cuestiones que pueden ser comunes para muchos de ustedes y es la forma en que miden ciertas cosas. Por ejemplo, en la televisión, artículos de revista, entre otros, se habla de las distancias e incluso masas de los astros (como el sol o cualquier planeta) respecto a la tierra, o incluso cómo se calcula la masa de ellos.

¿Expliquen cómo creen que pueda realizarse este tipo de procedimientos para hallar estos valores?

| | |
|--|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|--|---|

ANEXO 4: Entrevista grupal semi-estructurada

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  |
|---|---|---|

ENTREVISTA GRUPAL SEMIESTRUCTURADA

Fecha: _____

| Grupo No. | 10º2 |
|--------------------------------------|------|
| Nombres de los integrantes del grupo | Edad |
| | |
| | |
| | |

| Grupo No. | 10º2 |
|--------------------------------------|------|
| Nombres de los integrantes del grupo | Edad |
| | |
| | |
| | |

A. SOBRE LAS CIENCIAS NATURALES

1. ¿Por qué creen que es importante aprender Ciencias?
2. ¿Cómo les gustaría aprender Ciencias Naturales (Física)?
3. ¿Qué opinan cuando alguien dice que actividad científica es solo para personas con grandes capacidades y que la sociedad solo puede hacer uso de ella?
4. ¿Qué opinan cuando alguien afirma que las teorías científicas que hay hasta el momento, explican todo los fenómenos del mundo?

B. SOBRE LA EXPERIMENTACIÓN

1. ¿Cuál crees que es la importancia de la actividad experimental en la clase de ciencias?

2. Describan una experiencia donde hayan observado algo que ustedes consideren como un fenómeno físico.

C. SOBRE LA IMAGEN DE CIENCIA



1. ¿Qué aplicaciones crees que tiene la física en la solución de problemas cotidianos?
2. Las personas con el paso del tiempo han cambiado su forma de ver el mundo, e incluso el universo. Por ejemplo, antiguamente se creía que la Tierra era plana, y tiempo después la mayoría de personas ya no la consideran plana sino redonda. ¿A qué creen que se debe este cambio de pensamiento?

PREGUNTAS ADICIONALES:

Hay diversas cuestiones que pueden ser comunes para muchos de ustedes y es la forma en que miden ciertas cosas. Por ejemplo, en la televisión, artículos de revista, entre otros, se habla de las distancias e incluso masas de los astros (como el sol o cualquier otro planeta) respecto a la tierra, o incluso cómo se calcula la masa de ellos. ¿Expliquen cómo creen que pueda realizarse este tipo de procedimientos para hallar estos valores?

| | |
|--|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|--|---|

ANEXO 5: Actividad 1. Las propiedades de los cuerpos

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA</p> <p>La excelencia nuestra meta, los valores el camino</p> |  <p>1803</p> |
|---|--|---|

| | |
|--------------------------|--------|
| Nombres completos | |
| | |
| | |
| | |
| Grado: | Grupo: |

LAS PROPIEDADES DE LOS CUERPOS

PROPÓSITOS

- Identificar las propiedades comunes de los cuerpos.
- Describir diversos objetos a partir de sus propiedades asignándole valores.

INSTRUCCIONES

Esta actividad es para desarrollarla en grupos de 3 estudiantes. Leer el siguiente texto y contestar las preguntas tratando de ser lo más explicativo posible, pueden usar diagramas, dibujos, esquemas, mapas mentales u otras formas de representar las ideas que van surgiendo.

INTRODUCCIÓN

Hay ciertas propiedades que tienen los cuerpos, unas perceptibles y otras que no lo son para nuestros sentidos, pero que de una u otra forma pueden ser analizadas, comparadas e incluso medidas, en relación con propiedades similares de otros cuerpos. Por ejemplo, se puede observar que cierto cuerpo puede ser más grueso que otro, o más angosto, entre otros; a lo que muchos llaman

“volumen”. Así pues, cuando se pretende decir que un cuerpo es más o menos grande o grueso, normalmente se hace bajo la comparación con otro cuerpo. De esta forma, a partir de lo que ya conocemos, lo que nuestra experiencia nos ha enseñado, lo que nuestros sentidos perciben e identifican como propiedades de un cuerpo y mediante una comparación (implícita o explícita) con la propiedad similar de otro cuerpo. Pero al momento de saber cuánto es de más (grueso o angosto), muchas veces se pide un valor directo a esa cantidad (como asignar un número por ejemplo) ya que la mera visión o tacto no basta y más aún cuando no se tiene algún instrumento de medida para saberlo.



Actualmente, se conocen varias formas de medir el volumen de los cuerpos (y otras propiedades que se observan de ellos), basta con saber qué procedimiento realizar. Pero la cuestión surge cuando no se tienen los medios, instrumentos o explicaciones para realizar la medición.

ACTIVIDADES

- Elijan varios objetos e identifiquen en ellos las propiedades que puedan encontrar como: forma, color, volumen, tamaño u otra. Realicen una descripción de 3 cuerpos diferentes teniendo en cuenta esas propiedades que encontraron. Esta información la pueden organizar en una tabla o esquema.
- Elijan una propiedad de ese objeto e identifiquen a partir de lo que conocen si esa propiedad se puede medir. Describan cómo tomarían la medida de esa propiedad sin tener a la mano algún instrumento que realice ese cálculo automáticamente.
- Diseñen un mapa mental donde pueden describir el resultado del siguiente cuestionamiento ¿Cómo saber si las propiedades de un cuerpo se pueden medir?

| | |
|--|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|--|---|

ANEXO 6: Actividad 2. Exploración y clasificación de las propiedades de los cuerpos

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  |
|---|---|---|

EXPLORACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS CUERPOS

| | |
|--------------------------|--------|
| Nombres completos | |
| | |
| | |
| | |
| Grado: | Grupo: |

PROPÓSITO GENERAL

- Identificar las propiedades comunes de los cuerpos que pueden ser comparables

JUSTIFICACIÓN

Entender un fenómeno físico resulta ser producto de aprendizaje, el mismo que se logra, no sólo cuando puedes observarlo, sino también cuando a partir de su interacción con él puedes construir explicaciones sobre sus causas y consecuencias.

De esta forma, la actividad propuesta propende por ese tipo de visión, en la que la construcción de conocimiento no viene dada sólo por una explicación del docente o un libro de texto, sino que tiene otros aspectos que son trascendentes en dicha construcción.

MATERIALES

- Cuerpos de diferentes materiales, formas, colores, entre otras propiedades.

ACTIVIDAD 1

A continuación se entregará a cada grupo una serie de cuerpos, los cuales serán observados y posteriormente analizar qué propiedades son comunes en ellos.

- Realiza una tabla donde puedas escribir las propiedades que encuentres en cada cuerpo
- Ahora, realiza una descripción de cada cuerpo teniendo en cuenta las propiedades que hayas encontrado.
- A la hora de comparar cuerpos, de acuerdo a sus propiedades, debo tener en cuenta la siguiente pregunta: ¿cómo saber si pueden ser comparables?
- Elige una o varias propiedades de uno o varios cuerpos y describe de manera detallada como se pueden comparar esos cuerpos.

ACTIVIDAD 2

Una vez identificadas las propiedades de los cuerpos:



- Realiza esquemas (tabla, cuadros, diagramas, entre otros) donde puedas mostrar un posible ordenamiento de los cuerpos, eligiendo una o varias propiedades
- Analiza la propiedad “peso” de los cuerpos (en caso de no haberlo tenido en cuenta) y realiza la actividad 1 y 2 en cada uno de los cuerpos, realizando un posible ordenamiento de los cuerpos.
- Describe qué dificultades surgen al momento de ordenarlos.

ACTIVIDAD 3: Discusión grupal

En esta actividad se pretende hacer una interacción con todo el grupo, para compartir las experiencias resultantes en las actividades anteriores, donde cada grupo pueda justificar al resto si los procedimientos realizados permiten un ordenamiento, o por qué surgen las dificultades, entre otros.

| | |
|--|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|--|---|

ANEXO 7. Actividad 3. Construcción de instrumento para el ordenamiento del peso de los cuerpos

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  1803 |
|---|---|---|

| | |
|--------------------------|--------|
| Nombres completos | |
| | |
| Grupo No.: | Fecha: |

CONSTRUCCIÓN DE INSTRUMENTO PARA EL ORDENAMIENTO DEL PESO DE LOS CUERPOS

PROPÓSITOS

- Establecer un ordenamiento del peso de diversos cuerpos a través de un instrumento.
- Describir unos criterios que permitan la construcción del instrumento para el ordenamiento del peso.

INTRODUCCIÓN

Cuando se tienen varios cuerpos por ejemplo, éstos pueden ser ordenados según su peso con sólo colocarlos uno a uno en la mano y saber cuál da más dificultad de levantar, y desde allí establecer condiciones para un ordenamiento, ya sea del más liviano, al más pesado.

Hasta este momento se puede pensar que esa forma de ordenar los cuerpos es efectiva, dado que la percepción permite que lo veamos así, lo cual puede dar

como resultado un rango en el que los sentidos puedan ordenar de una manera plausible. El asunto se puede hacer más complejo, cuando la diferencia de peso entre los cuerpos están dentro de un rango menor a lo que los sentidos pueden percibir, es aquí donde se hace necesaria la construcción de un instrumento o algo que permita hacer una extensión de nuestros sentidos y reducir el margen de error, para que se puedan estandarizar unos criterios para la clasificación de los cuerpos según su peso.

MATERIALES

- Cuerpos de diversos materiales
- Pita, Nilón
- Base de madera y PVC
- Tablitas
- Plastilina
- Argollas
- Vasos desechables

ACTIVIDAD

Cada grupo contará con una serie de cuerpos, los cuales deben clasificar y ordenar de acuerdo a su peso.



En este proceso, se hace evidente la necesidad de utilizar otros métodos e instrumentos que permitan hacer una extensión de los sentidos, ya que con los sentidos se hace difícil hacerlo cuando la diferencia de peso no es muy evidente.

De acuerdo a lo anterior:

- Utilizando los materiales dispuestos, diseñen un instrumento que les permita ordenar más fácilmente los cuerpos de acuerdo a su peso.
- Describan hicieron el instrumento con ayuda de representaciones gráficas donde expliquen cómo funciona el instrumento diseñado.
- Realicen una tabla donde ubiquen el orden de los cuerpos según el instrumento diseñado.

| | |
|---|---|
| Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas | Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia |
|---|---|

ANEXO 8. Actividad 4. Comparación del peso con una unidad patrón

| | | |
|---|---|---|
|  | INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO MIRANDA La excelencia nuestra meta, los valores el camino |  |
|---|---|---|

| | |
|--------------------------|--------|
| Nombres completos | |
| | |
| Grupo No.: | Fecha: |

COMPARACIÓN DEL PESO DE LOS CUERPOS CON UNA UNIDAD PATRÓN PROCESO DE MEDICIÓN

PROPÓSITO

- Establecer una escala de medida (unidad patrón) que permita la comparación y cuantificación del peso de cualquier cuerpo.

INTRODUCCIÓN

La construcción de los instrumentos puede cambiar de acuerdo a lo que se pretende. Si no sólo se desea saber si un cuerpo es más pesado que otro y ordenarlo según dicha característica, sino también, saber si los cuerpos son comparables, esto es, saber qué tanto es más pesado uno respecto al otro (n veces más pesado), es necesario establecer ciertas condiciones como por ejemplo escalas (unidades patrón), por lo que se necesitan otras formas de analizar el instrumento y el peso.

En este sentido, se hace necesario diseñar unas escalas, es decir unas unidades “menos pesadas” que me permitirán establecer lo que se llama unidad patrón.

De aquí que la siguiente actividad propenda por la construcción grupal de dichas unidades, con el fin de que establezcan los criterios necesarios, las formas o mecanismos útiles que le faciliten esta comparación y medida del peso.

MATERIALES

- Cuerpos de diferente tipo
- Montaje (instrumento ya diseñado)
- Plastilina

ACTIVIDAD

Después de establecer un orden en los pesos de los cuerpos, si se quiere profundizar en el estudio, analizando cuánto peso tiene de más un cuerpo respecto a otro, se puede hacer por medio de una escala.

- Una forma de comparar los cuerpos, puede ser, a través de una escala que sirva de base. De esta forma se puede saber la cantidad de peso que tiene un cuerpo respecto a otro. Definan entonces que escala (unidad patrón) es conveniente para la comparación de los cuerpos, puede ser con la ayuda de plastilina, ya que esta se puede manipular más fácilmente.
- Analicen si hasta el momento el instrumento construido puede servir para una comparación del peso de los cuerpos, según una escala, es decir, qué tanto es más pesado uno respecto al otro, asignando así un valor numérico a dicha comparación. Si el instrumento tal como está ya no permite esa comparación, describe que modificaciones hicieron para el mejoramiento del instrumento, que sirva para la comparación entre los cuerpos.
- Realiza una tabla donde clasifiques los cuerpos entorno a esa unidad.
- Discutan el siguiente cuestionamiento ¿Cómo asignar un valor numérico a esas cantidades para conocer la diferencia exacta que hay entre los pesos de los cuerpos?

| | |
|--|--|
| <p>Realizado por: Juan Camilo Carmona S. Lina Paola Mosquera Cortés Jessica Vanegas Vargas</p> | <p>Licenciatura en Matemáticas y Física Facultad de Educación Universidad de Antioquia</p> |
|--|--|