



**EL LENGUAJE Y LA EXPERIENCIA EN LA DESCRIPCIÓN DEL
MOVIMIENTO**



JULIÁN CAMILO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
2020**

EL LENGUAJE Y LA EXPERIENCIA EN LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

JULIÁN CAMILO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

**Trabajo de grado presentado para optar al título de: Especialista en Docencia de las
Ciencias para el Nivel Básico**

ASESORES:

LILIANA TARAZONA

FRANCISCO OROZCO

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

2020

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
1. DEL LENGUAJE COTIDIANO Y LAS FORMAS DE HABLAR SOBRE EL MOVIMIENTO	4
2. REFLEXIONES SOBRE LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS	7
2.1. La organización del movimiento desde una perspectiva sensorial	7
2.2. La velocidad, la dirección y el espacio: tres conceptos que describen al movimiento como un continuo	10
2.2. Funcionamiento del tubo de Mikola.....	13
2.4. El tubo de Mikola y su importancia en la descripción del movimiento.....	15
2.5. El movimiento de los cuerpos concebido como un continuo.....	16
3. ASPECTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA SOBRE EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS	20
3.1 Uso de reflexiones didácticas sobre el movimiento de los cuerpos para la elaboración de la propuesta de enseñanza.....	20
3.2. El rol de la actividad experimental en la construcción de la propuesta de enseñanza	22
3.3. Consideraciones educativas sobre el movimiento para el diseño de la propuesta de enseñanza.....	26
3.3.1 El primer momento por desarrollar: los sentidos y las cualidades.....	28
3.3.2. El segundo momento por desarrollar: El tránsito de la cualidad a la cantidad.....	29
3.3.3 El tercer momento por desarrollar: El instrumento y la cantidad.....	31
3.4 Actividades de enseñanza realizadas para la introducción al movimiento de los cuerpos.....	35
3.4.1 Actividad 1: Utilizando los sentidos para describir el movimiento.....	35
3.4.2 Actividad 2: El movimiento y la burbuja	36
3.4.3 Actividad 3: ¿Cómo calculamos la velocidad con la que se mueve un objeto?.....	38
4. SISTEMATIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA INSTITUCIÓN	40
4.1 El rol de la sistematización en la experiencia en el aula	40
4.2 Interpretación actividad 1: Usando los sentidos para describir el movimiento	42
4.3 Interpretación actividad 2: El movimiento y la burbuja.....	47
4.4 Implementación actividad 3: ¿Cómo calculamos la rapidez con la que se mueve un objeto?.....	56
4.5 Reflexiones finales sobre el proceso de sistematización	70
4.5.1 Del lenguaje y la experiencia sensible.....	71
4.5.2 Del lenguaje y la experiencia práctica.....	72
4.5.3 Del lenguaje y la construcción del conocimiento	74
5 REFLEXIONES FINALES.....	76

6	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	ANEXOS	1
	Anexo 1: Primera y Segunda Sesión.....	1
	ANEXO 2: Tercera sesión.....	5

Lista de imágenes

Imagen 1. Descripción del movimiento de caída libre. Fuente propia.	9
Imagen 2. Tubo de mikola. Fuente propia	10
Imagen 3. Tubos de mikola con sustancias diferentes. Fuente propia.....	12
Imagen 4: tubo de Mikola con un grado de inclinación. Elaboración propia.	12
Imagen 5: Dirección de movimiento de la burbuja de aire a causa de una fuerza de giro. Fuente propia	13
Imagen 6: Fuerza de empuje y gravitacional que actúa sobre la burbuja en equilibrio. Fuente propia	14
Imagen 7: Descripción del movimiento de las nubes según un estudiante del grupo.....	44
Imagen 8: Descripción sobre el movimiento de las nubes según un estudiante	45
Imagen 9: Descripción del movimiento de las nubes según un estudiante	46
Imagen 10: Descripción de movimiento de las nubes por parte de un estudiante	46
Imagen 12: Descripción del movimiento de la burbuja cuando la inclinación es mayor.	53
Imagen 13: Explicación de un estudiante sobre la rapidez de la burbuja cuando la inclinación es menor	53
Imagen 14: Descripción de un estudiante sobre la rapidez de la burbuja.	54
Imagen 15: Descripción de un estudiante sobre la llegada a tiempo de dos burbujas	61
Imagen 16: Descripción de las acciones de un estudiante para garantizar la llegada igual de las burbujas	62
Imagen 17: tabla de datos tomados por un estudiante	66
Imagen 18: Procedimiento de un estudiante para hallar la velocidad	68
Imagen 19: Procedimiento de un estudiante para hallar la velocidad.....	69

INTRODUCCIÓN

El presente documento, expone reflexiones alrededor de un contexto pedagógico y disciplinar en el campo de la enseñanza física el cual está orientado en diseñar una propuesta educativa sobre el movimiento. Para su construcción, se establecieron relaciones disciplinares entre los contenidos teóricos y didácticos con las necesidades de conocimiento de los estudiantes del Instituto Henao y Arrubla con el fin de generar espacios educativos que aporten nuevas experiencias cognoscitivas en la formación académica de los estudiantes. En este sentido, se realiza una propuesta de enseñanza que tiene como objetivo ampliar el campo de experiencias sensibles y prácticas de los estudiantes sobre ciertas situaciones que abordan el movimiento de los cuerpos con el propósito de que ellos construyan descripciones sobre la rapidez con la que se mueve una burbuja en un tubo de Mikola.

Por consiguiente, se empieza reconociendo que existen una variedad de investigaciones en el área de la educación en ciencias que abordan la temática del movimiento, tales como, los desarrollados por Diaz & Lopez (2018), Gagliardi, Grimellini, & Pecori (1999), Guidoni (2007), entre otros, quienes exponen y presentan diferentes perspectivas y cuestiones en relación con la concepciones que se tiene alrededor del movimiento, las problemáticas de aprendizaje y su proceso de enseñanza a los estudiantes respecto a esta temática en cuestión.

A partir de las observaciones e interpretaciones que el docente realizó sobre los trabajos abordados para la construcción del presente documento, se consideró que los estudiantes poseen una diversidad de descripciones alrededor del movimiento, muchas de éstas surgen a partir de su experiencia sensible con su entorno, y en la cual, el lenguaje con el cual las comunican se sustenta específicamente en términos de expresiones cotidianas que involucran una gran diversidad de significados. De aquí que, exista una gran variedad de frases que son utilizadas para describir situaciones sobre el movimiento de los cuerpos, por ejemplo, “la velocidad con la que se mueve un auto de carreras es muy rápida”, cuya expresión puede tomar diversas interpretaciones acorde con el significado, el contexto o las condiciones en las que se establezca el movimiento.

Con el interés de centrar la atención en el lenguaje que utilizan los estudiantes a la hora de establecer sus descripciones, el presente trabajo busca retomar todas aquellas formas de expresión, en las cuales, las palabras, términos, significados, entre otros, serán elementos que se vinculen con

la actividad sensible y la actividad experimental con el fin de brindar nuevas experiencias que enriquezcan una perspectiva holística sobre el movimiento, es decir, se busca que a partir de las actividades propuestas los estudiantes tengan la posibilidad de describir sus interpretaciones basándose en la observación práctica y sensible que predomine según el diseño y organización de la actividad.

Así, con el fin de estructurar la presente propuesta de enseñanza y de cumplir el objetivo de ampliar el campo de conocimiento de los estudiantes sobre el movimiento, se plantearon los siguientes objetivos específicos, que son de orden metodológicos: a) establecer reflexiones teóricas que orienten el diseño conceptual de la propuesta de enseñanza; b) diseñar una propuesta de aula teniendo en cuenta reflexiones teóricas y didácticas, c) implementar la propuesta de enseñanza con los estudiantes del Instituto Henao y Arrubla y d) sistematizar los resultados obtenidos durante la implementación en términos del lenguaje, la experiencia y la construcción de conocimiento.

Fue así, como se decidió organizar la construcción del CAPITULO 1, en el cual, los lectores encontrarán una reflexión sobre la experiencia sensible y el rol que desempeña a la hora de hablar sobre el movimiento de los cuerpos. A su vez, se plantea el enfoque teórico de la propuesta de enseñanza a partir de dos niveles de organización del conocimiento, el cualitativo y el cuantitativo, y se presentan los alcances que tendrá la realización de la presente propuesta de enseñanza.

Esta primera reflexión, concluyó con la orientación teórica para la construcción de la propuesta. De aquí que, en el CAPITULO 2 se presenta una reflexión alrededor del movimiento partiendo inicialmente desde una descripción de orden cualitativa hasta llegar a una descripción de organización del movimiento de orden cuantitativa. Paralelamente, se plantea la importancia que posee el uso del tubo de Mikola en la construcción de las actividades que componen el presente trabajo pedagógico.

El CAPITULO 3 se estructuró a partir de ciertas reflexiones didácticas que orientaron y aportaron significativamente elementos de orden pedagógico que se retomaron y se ajustaron para la construcción de las actividades de enseñanza sobre la temática del movimiento. A su vez, en este capítulo se retoman las concepciones alternativas que poseen los estudiantes en relación con esta temática y la perspectiva sobre el rol que desempeñó la actividad experimental en el proceso de elaboración de la propuesta de enseñanza.

Habiendo organizado las actividades, se procedió con la implementación de estas en el Instituto Henao y Arrubla con los estudiantes de grado sexto. Por ello, en el CAPITULO 4 los lectores encontrarán los aspectos que orientaron la sistematización de las actividades de enseñanza, tomando como referencia los ejes de sistematización propuestos para ello. También, se expondrán las discusiones llevadas en las diferentes sesiones y las construcciones y formas de hablar de los estudiantes en relación con la temática del movimiento.

Finalmente, en el CAPITULO 5 los lectores encontrarán las reflexiones finales alrededor de la construcción del presente trabajo, sobre la implementación los alcances y limitaciones que se presentaron en la realización de las actividades con los estudiantes de grado sexto del Instituto Henao y Arrubla.

1. DEL LENGUAJE COTIDIANO Y LAS FORMAS DE HABLAR SOBRE EL MOVIMIENTO

Es común que las personas en su vida diaria identifiquen que algunas cosas que las rodean se muevan y otras no. Esto, surge de la identificación de marcos de referencia que los sujetos asignan a su entorno y que les posibilita establecer maneras de expresarse, adquirir experiencias y conocimientos que dan relevancia hacia la explicación del mundo que los rodea. Por ejemplo, al estar sentada una persona en el árbol de un parque, se puede percibir el movimiento de los autos, sentir como el aire se mueve, saber que el árbol permanecerá quieto, observar el volar de los pájaros o ver como las pequeñas nubes se acercan a las más grandes que parecen estáticas. El movimiento, por lo tanto, está en todas partes, hasta en aquellas que vemos inmóviles porque si no ¿Cómo sabríamos qué no se están moviendo?

De esta manera, el movimiento se constituye como un evento físico que nos permite organizar cualitativamente cómo se comportan los objetos que nos rodean, es decir, hablamos de objetos que se mueven rápido, otros más lento y otros que no se mueven, claro está, resaltando que depende del marco de referencia que se defina. Así, si observo que un auto viene hacia mí a toda prisa la primera reacción que debo tener es correr más rápido o cambiar de dirección dando pasos de tal manera que el auto no pueda golpearme. Inclusive, bajo estas experiencias los animales también se mueven, un perro al notar que un auto se acerca rápidamente a él instintivamente correrá lo más rápido posible.

A partir estas experiencias, que surgen diariamente, organizamos nuestro conocimiento alrededor de la descripción sobre cómo se mueven los objetos que nos rodean y por las condiciones que nos permiten caracterizar el movimiento de los cuerpos, a partir de un marco de referencia, se logra expresar si un objeto describe una trayectoria lineal y de forma horizontal o vertical, si describe una trayectoria parabólica o si posee un movimiento de vaivén -como un reloj de péndulo-, entre otros. Por lo tanto, se entiende que la experiencia sensible a medida que va siendo más enriquecedora permite a las personas describir con mayor detalle características diferentes que se presentan en el movimiento.

Así, entender el movimiento es un proceso que aparece desde las primeras etapas de la vida, Guidoni plantea que “es a través del movimiento que la primera y fundamental coordinación perceptual-motora se desarrolla en los primeros días de vida, esencial para la organización

cognitiva del objeto, el espacio y la causalidad”¹ (Guidoni, 2007). En estos términos, se entiende que el movimiento no es aquel evento físico que aparece de un momento a otro y como algo externo al sujeto, sino que, en nuestros primeros momentos nos encontramos en la necesidad de aprender todas aquellas relaciones causa-efecto que acontecen en el espacio-tiempo gracias al movimiento de las cosas.

Ahora bien, aunque el movimiento posibilita organizar nuestra experiencia sensible estas formas de conocimiento están tan inherentes a nosotros que no lo hacemos de manera consciente, sino que, lo tratamos con un acto reflejo de nuestro cerebro que nos avisa como se organiza el entorno. A partir de lo anterior surge la siguiente pregunta: si el movimiento hace parte de nuestra experiencia sensible desde las primeras etapas de vida ¿por qué es pertinente generar una propuesta de aula orientada en el estudio del movimiento?

Para responder esta pregunta, se considera que en las aulas se pueden llevar a cabo propuestas de enseñanza que permitan a los estudiantes ampliar su rango de conocimientos a partir de describir las formas de hablar del movimiento, y así, ofrecer una mirada diferente a la cual se suele concebir que posibilite la organización de la experiencia sensible (Diaz & Lopez, 2018). En algunos contextos escolares en ocasiones se limita a la explicación de la velocidad como el espacio que se recorre en cierto tiempo, a la resolución de ejercicios a lápiz y papel enfocados en el cálculo de velocidad, espacio recorrido y tiempo, elementos que dejan por fuera la experiencia que tienen los estudiantes con el movimiento de los objetos. Así, surge la necesidad de contemplar nuevas estrategias de enseñanza que favorezcan a los estudiantes en la ampliación de su campo de conocimiento que les permita hablar sobre el movimiento de los cuerpos.

En este sentido, se considera que los estudiantes poseen dificultades para expresar sus descripciones sobre el movimiento, puesto que, a partir de una organización puramente sensorial o bajo ejercicios a lápiz y papel, este evento físico tan innato a nosotros se organiza específicamente bajo las cualidades de rapidez cuyas descripciones forman parte del lenguaje cotidiano de las personas. Entonces se acude a los términos rápido y lento para describir diversas situaciones relacionadas con el movimiento de los cuerpos. De aquí que, en el presente trabajo se

¹ Fragmento traducido libre del original en italiano: è attraverso il movimento che si sviluppa nei primi tempi di vita la prima e fondamentale coordinazione percettivo-motoria, essenziale alla padronanza/organizzazione cognitiva dell’oggetto, dello spazio, della causalità.

desarrolle una propuesta de enseñanza enfocada sobre el movimiento que vincule el lenguaje con la experiencia sensible y práctica para ampliar el rango de conocimiento de los estudiantes sobre esta temática en cuestión.

De acuerdo con lo anterior, resulta pertinente realizar, implementar y sistematizar la presente propuesta de enseñanza de tal manera que ofrezca a los estudiantes variadas oportunidades para construir nuevas descripciones sobre el movimiento de los cuerpos. Esta propuesta tendría una estructuración que vincule la experiencia sensible, la experiencia práctica y el lenguaje y cuyos niveles se organicen en dos componentes fundamentales descritos por Mäntylä (2011), a saber, el nivel de organización cualitativo y el nivel cuantitativo. Esto implica los niveles en los cuales tienen lugar la descripción y el lenguaje de las observaciones realizadas en situaciones cotidianas y su posterior organización y modificación del lenguaje que surge a partir de las experiencias prácticas que son llevadas al aula de clase.

En consecuencia, las actividades solo se orientarán hacia la descripción de los experimentos y el lenguaje que surge de los estudiantes a partir del estudio experimental sobre el movimiento. Por lo anterior, se tendrá en cuenta la actividad práctica con el tubo de Mikola con el objetivo de ampliar el rango de experiencias sensibles y prácticas sobre el movimiento de una burbuja de aire en medios fluidos, y así, desarrollar un lenguaje con una gran capacidad explicativa en función de las preguntas que surjan en clase

Adicionalmente, el trabajo práctico con el tubo de Mikola permitirá analizar las posibles variables de la propuesta con el fin de desarrollar actividades orientadas en enriquecer las experiencias sensibles en los estudiantes sobre el movimiento, con el objetivo, de ampliar y conocer las formas de representar mediante el lenguaje sus descripciones sobre esta temática en cuestión. De aquí que, este instrumento sea considerado como un elemento principal que permite planear estrategias experimentales en las que se pueda observar el movimiento, y así, establecer situaciones que lleven al estudiante a ampliar su lenguaje al momento de dar sus explicaciones sobre el movimiento de los cuerpos.

2. REFLEXIONES SOBRE LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

Es habitual que en la cotidianidad el uso de los términos que describan la “rapidez” con la que se mueven los cuerpos sean considerados como sinónimos de la “velocidad”, es así, que expresiones comunes como “un Ferrari siempre se moverá muy rápido” o “los caracoles se mueven muy lento” o “los árboles están quietos” ejemplifican que las cualidad de ir rápido o lento describe la manera más sencilla que las personas utilizan para referirse a la velocidad con la que se mueve un objeto. Sobre la base de estos términos, los sentidos desempeñan un rol fundamental en la organización de las cualidades de rápido y lento. Sin embargo, la comprensión sobre el movimiento puede enriquecerse a partir del entendimiento de ciertas variables que al relacionarlas permitan llegar a un valor numérico que describa qué tan rápido o lento se mueve un cuerpo, y qué a su vez, desempeña un nivel más detallado sobre la organización del movimiento.

2.1.La organización del movimiento desde una perspectiva sensorial

Con el objetivo de establecer un primer nivel de organización sobre la descripción del movimiento, las personas suelen utilizar su experiencia sensible para organizar el movimiento de los cuerpos que se presentan en su entorno sin la necesidad de utilizar algún tipo de instrumento. Así, a partir del uso de los sentidos se establece un lenguaje cotidiano como elemento principal de comunicación que les permite a las personas describir las cualidades de rápido, lento o quieto, proceso que, desde el punto de vista cotidiano soporta una descripción cualitativa del movimiento.

Para saber qué tan rápido o lento se mueven los cuerpos, las personas suelen utilizar marcos de referencia para describir el movimiento de estos mismos, lo cual les permite organizar y comparar los diferentes movimientos que se presentan en su entorno a partir de ciertas descripciones, tales como, la distancia que recorre en un cierto tiempo, el peso del objeto, la trayectoria que sigue, entre otros. Por ejemplo, para la caída libre es común que las personas acudan al peso de los cuerpos como causa sobre la rapidez de caída, es decir, entre más peso más rápido caerá el objeto, y viceversa, entre menos peso más lento caerá. Claro está, que en un contexto real las condiciones como la forma del objeto o la altura desde la cual se deje caer influyen en la caída.

Estas expresiones de rápido, lento o quieto construyen una idea discreta de la rapidez, entendiendo ésta como aquella comprensión de que las cualidades del movimiento de los cuerpos sean tomadas

como opuestas sin existir un intermedio entre ellas, es decir, que no haya un continuo que establezca rapidezces entre un movimiento rápido, uno lento o uno quieto, sino que, haya un salto entre estas cualidades. Así, desde esta perspectiva la organización de los diferentes movimientos se efectuaría en saltos discretos en la rapidez de estos, en otras palabras, para pasar de un movimiento lento a uno más rápido correspondería entender dos movimientos opuestos entre sí, primero se establecerían las cualidades del movimiento lento y después las cualidades del movimiento rápido.

No obstante, a partir del párrafo anterior surge la siguiente pregunta ¿Cuál o cuáles son las cualidades que describen los movimientos rápidos y lentos? El desafío que plantea responder esta pregunta radica en considerar a la *rapidez* y la *dirección* como cualidades principales que definen los cambios en el movimiento de un objeto. Así, si la rapidez es mínima los cambios perceptibles en el movimiento espacial -determinado por la dirección hacia donde se ejecuta el movimiento- también lo es, y viceversa, si la rapidez es alta los cambios espaciales son rápidos, por su parte, si no hay rapidez no hay algún cambio perceptible espacial bajo el uso de los sentidos.

Desde la historia de las ciencias, Coyne & Heler (2008) señalan que la anterior forma de explicación corresponde con el pensamiento Aristotélico desde el que se concebía que los movimientos según su origen (forzados y naturales) no podían ser mezclados unos entre otros, sino que, cada movimiento debía ser analizado por aparte. Al mismo tiempo, Martínez, R. (2002) enmarca que la cualidad y la cantidad pertenecían a dos categorías diferentes una de la otra, por lo que, tanto la medida como las partes que la componen no son del mismo orden bajo el criterio de comparación. Es decir que tanto las cualidades que describen los movimientos forzados como las cualidades que describen los movimiento naturales no se comparan de la misma forma, a razón de que, las causas de sus movimientos son completamente opuestas, por lo que el criterio de medida no se ajusta a los mismos criterios de comparación. Un ejemplo donde se observan estos dos movimientos diferenciados entre sí y con cualidades opuestas a la actividad numérica de medida corresponde con el de caída libre (Ver imagen 1).

Una pelota al ser lanzada verticalmente hacia arriba se mueve en una línea recta debido a la aplicación de una cierta cantidad de impulso que desplaza a la pelota desde el punto A hasta el punto B (ver imagen 1A), al comienzo se observa que el objeto se mueve rápido y hacia arriba hasta que justo antes de llegar a la altura B, empieza a detenerse. En este primer momento, en el

cual el movimiento es forzado la rapidez de la esfera empieza a disminuir debido al gasto del ímpetu dado inicialmente y que permite que el objeto esté en ascenso, hasta que, en una cierta altura se detiene.

En el punto B la esfera se detiene y se prepara para “cambiar” de movimiento, ahora con dirección hacia abajo (ver imagen 1B), donde la rapidez aumenta a medida que tiende hacia el punto A. En este momento, el movimiento es entendido como natural puesto que no es necesario aplicar ningún ímpetu inicial para mover la esfera. En este sentido, las cualidades del movimiento de ascenso respecto al movimiento de descenso son diferentes, por lo que, no habría razón para comparar los movimientos ni para construir una medida que sirva para ambos, además, de la imposibilidad de correspondencia atribuido a las cualidades y las cantidades de cada uno. Finalmente, en el punto C, la esfera queda detenida por el forzamiento que ejerce la superficie sobre este objeto que resulta deteniéndola.

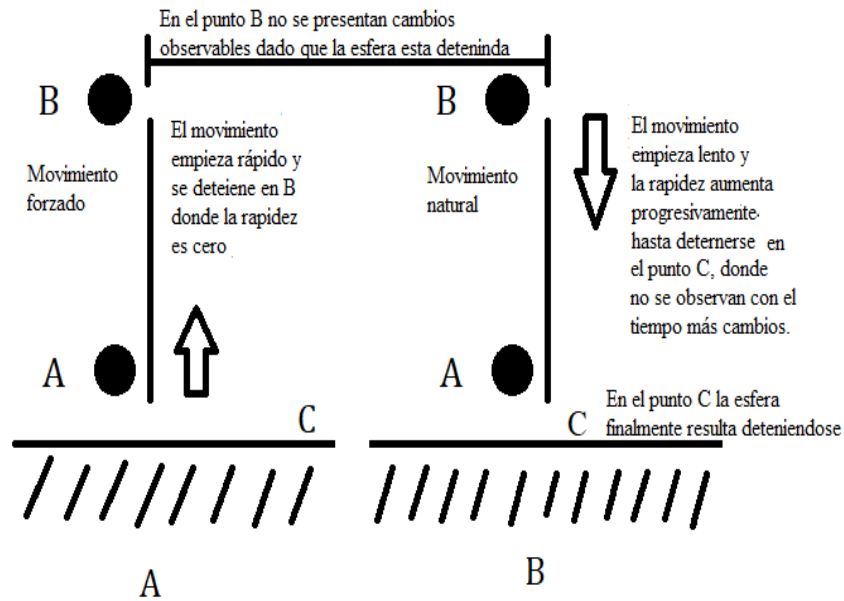


Imagen 1. Descripción del movimiento de caída libre. Fuente propia.

Otra manera de entender esta forma de pensar consistirá en pensar el siguiente experimento, supongamos que dentro de un tubo lleno de agua hay una burbuja que se mantiene quieta cuando está en posición horizontal (Ver imagen 2) ¿Qué acción sería necesaria realizar sobre el tubo para que la burbuja se desplace desde la posición A hasta B? ¿Qué acción sería necesaria realizar sobre

el tubo para que el movimiento de la burbuja sea lento y progresivamente más rápido? ¿serían estos dos momentos lento y rápido dos movimientos opuestos entre sí?



Imagen 2. Tubo de mikola. Fuente propia

Por lo anterior, desde el pensamiento aristotélico se entiende que el movimiento de los cuerpos se establece bajo tres posibles características, a saber, a) un movimiento producido por una fuerza que desplazaba a un objeto de su posición de inicio, b) un movimiento natural que permite que los objetos por sí mismos recuerden la posición donde fueron desplazados y c) dos cualidades, rápido y lento describían los movimientos como contrarios de tal manera que no podían ser analizados como semejantes y que tampoco permitían establecer una cualidad intermedia, por lo que, no era posible establecer una relación con una medida en específico para un movimiento sea forzado o natural.

Esta manera de pensar que hay movimientos opuestos y diferentes entre sí a partir de los sentidos, pueden llegar a engaños al momento de establecer una condición de medida. En estos términos, aunque los sentidos desempeñan un rol fundamental en la adquisición de conocimiento, no siempre pueden ser tomados como confiables si se desea establecer un patrón que permita establecer una medición, dado que, pueden llegar a proporcionar información poco precisa en la determinación de cantidades que permitan establecer una cualidad específica de medida (Coyne & Heler, 2008).

2.2. La velocidad, la dirección y el espacio: tres conceptos que describen al movimiento como un continuo

En el orden de establecer un nivel de organización más avanzado sobre la descripción del movimiento de los cuerpos, muchos autores recurren a los conceptos de velocidad y aceleración como elementos principales para describir el movimiento, entre ellos, Schemmel, M (2008), Hahn, A. (2002), Forinash, Rumsey, & Lang (2000), Romo, J. (2004), quienes desde el trabajo

experimental de caída libre de Galileo realizado en el siglo XVII desarrollan la velocidad y la aceleración como productos de un análisis principalmente cuantitativo de datos que relacionan las alturas y sus tiempos de caída.

Sin embargo, es común que en la vida diaria las personas utilicen los términos de velocidad y aceleración para determinar qué tan rápido o lento se mueve un cuerpo, y aunque esta forma de hablar es aún un producto de la experiencia sensible y no de un análisis matemático, hace parte de un nivel más avanzado sobre la organización de las cualidades del movimiento, y que permiten a las personas ampliar su lenguaje en la descripción de sus explicaciones. Es decir, que la experiencia sensible trae consigo nuevas maneras de describir, por ejemplo, a partir de la observación que “un cuerpo cae más rápido cuando se suelta desde una altura más alta” o “porque un cuerpo se detiene cuando es lanzado hacia arriba”, entre otros. En estos términos, las situaciones permiten modificar el lenguaje en la manera en la cual se describe el movimiento, por lo que, el término de rapidez va siendo remplazado por los términos de velocidad y aceleración.

Para entender mejor estos términos y cómo se desarrollaron, se remitirá a las explicaciones en relación con los trabajos de Galileo realizados en los siglos XVI y XVII sobre la caída de los cuerpos, en los cuales, dan un punto de partida para establecer una aproximación al concepto de velocidad y posteriormente al de aceleración. Con el fin de comprender el fenómeno del movimiento, los primeros trabajos de Galileo se centraron en la explicación de dos conceptos principales, a saber: el de velocidad de caída específica uniforme y el de una fuerza impresa auxiliar (Hahn, 2002), los cuales explican el origen y la trayectoria de los movimientos acelerados.

Sobre estas ideas, se entendía que el movimiento de los cuerpos sobre cualquier medio debía de estar en relación con la diferencia en las densidades entre el objeto y medio. Por ejemplo, si en dos tubos se colocan dos sustancias con densidades diferentes tales como agua (azul) y jabón (amarillo) (ver imagen 3) ¿Cuál burbuja llegaría primero de la posición A hasta la posición B si el ángulo de giro es el mismo? Para responder a la anterior pregunta se establecerá inicialmente que la burbuja es la sustancia menos densa en los dos tubos, por lo que, la densidad de las sustancias determinará qué tan rápido sube la burbuja, es decir, si la diferencia entre la densidad de la burbuja y el medio es cada vez más grande la burbuja se moverá más rápido, dado que, en los fluidos la velocidad de los objetos disminuye si la diferencia entre las sustancias interactuantes es muy cercana entre sí.

En este sentido, se esperaría que la burbuja que está en la sustancia con menor densidad llegue después que la que se encuentra en la sustancia con mayor densidad.



Imagen 3. Tubos de mikola con sustancias diferentes. Fuente propia

Paralelamente con la velocidad natural específica, la fuerza impresa es otro componente importante para tener en cuenta en las causas del origen el movimiento, dado que, es una acción que se aplica para poner en marcha un objeto. Una vez dada esta fuerza, empieza a decaer progresivamente y la velocidad del objeto cambia hasta que la fuerza impresa se disipa por completo, en este momento, el objeto adquiere su velocidad natural constante específica en función del medio en el que el movimiento tiene lugar.

A partir de estas explicaciones se plantea el siguiente experimento donde se relaciona el ángulo de salida con la fuerza aplicada; en un tubo lleno de aceite este se coloca en un cierto ángulo θ de salida (ver imagen 4) ¿cómo es el comportamiento de la velocidad con la que sube la burbuja de la posición A hasta la posición B, cambia, permanece constante? Para responder esta pregunta es necesario responder como es el funcionamiento del tubo y de algunas propiedades de los fluidos.

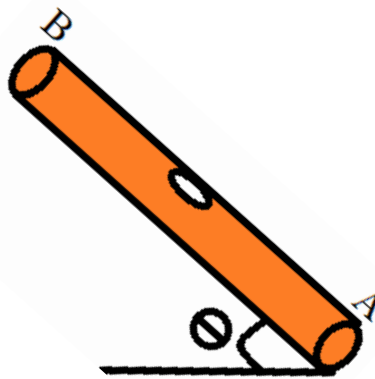


Imagen 4: tubo de Mikola con un grado de inclinación. Elaboración propia.

2.2. Funcionamiento del tubo de Mikola.

La mayoría de las personas alguna vez han visto que dentro del envase de shampoo se formen una o varias burbujas y que al mover el envase de arriba hacia abajo estas burbujas empiecen a moverse en contra de la dirección hacia donde se mueve esta sustancia. Pero ¿por qué las burbujas no se mueven en la misma dirección en la que se mueve el shampoo? ¿Qué efecto físico hace que las burbujas tengan un movimiento diferente al realizado por el shampoo?, es decir, ¿por qué su movimiento se realiza de manera contraria? Un caso similar ocurre con el tubo de Mikola en el cual la burbuja que se genera dentro de este instrumento se mueve en dirección contraria al líquido, con una característica singular, el movimiento de la burbuja se asemeja al movimiento rectilíneo uniforme.

Pero ¿cómo una burbuja de aire dentro de un tubo se mueve con velocidad constante dentro de un tubo lleno de una sustancia líquida? Para responder a esta pregunta se planteará la siguiente explicación. Si bien, dentro del tubo se encuentran dos fluidos: agua y aire en menor cantidad. Al hablar de fluidos en movimiento, la flotabilidad y resistencia entre las sustancias surgen como dos fuerzas que permiten caracterizar el movimiento de la burbuja de aire sobre el agua.

Para que se perciba el movimiento de la burbuja de aire sobre el agua, es necesario girar el tubo en la dirección A hacia abajo (ver imagen 5), puesto que, bajo esta condición el agua empieza a ocupar el espacio donde estaba la burbuja, de aquí que, empiece a desplazarse hacia arriba. Así, la fuerza de empuje del agua actúa verticalmente hacia arriba impulsando a la burbuja de aire a moverse en contra de la gravedad. Al mismo tiempo, aparece una fuerza de arrastre que tiende a frenar la burbuja y la cual actúa en oposición al movimiento de ésta (JOVE, 2020).

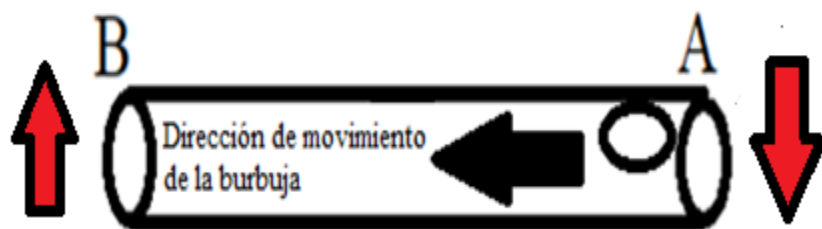


Imagen 5: Dirección de movimiento de la burbuja de aire a causa de una fuerza de giro. Fuente propia

Con el fin de entender un poco mejor lo anterior, se analizará inicialmente la fuerza de empuje $[F_E]$ del agua sobre la burbuja. Cuando esta última empieza a moverse en la medida que el tubo se gira, la magnitud de dicha fuerza es igual a el producto entre la densidad del agua $[\rho_f]$ por el volumen $[V]$ que ocupa la burbuja multiplicado por la aceleración de la gravedad terrestre $[g]$ y en la misma dirección hacia donde se mueve la burbuja. Ahora bien, como la gravedad actúa en toda sustancia con masa, la burbuja de aire también es afectada por la fuerza gravitacional $[F_g]$ cuya dirección va en contra a la fuerza de empuje. Esta fuerza está descrita como el producto entre la densidad de la burbuja $[\rho]$ por su volumen $[V]$ y por la aceleración de la gravedad $[g]$ (JOVE, 2020). Vectorialmente, estas dos fuerzas se ejemplifican en la ilustración 1.

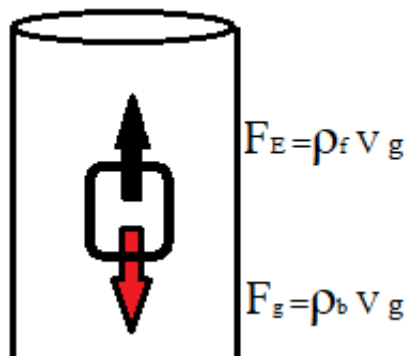


Imagen 6: Fuerza de empuje y gravitacional que actúa sobre la burbuja en equilibrio. Fuente propia

Bajo estas dos fuerzas existen tres posibles soluciones para el movimiento de la burbuja en función de las densidades de las dos sustancias, a saber: a) si las densidades de las dos sustancias son iguales, b) si la densidad de la burbuja es menor que la de la sustancia y c) si la densidad de la burbuja es mayor que la de la sustancia líquida. Para el primer caso, en el que las densidades de las sustancias son iguales la suma de las fuerzas de empuje y gravitacionales serían de la misma magnitud, pero con dirección diferente, por lo que, la suma de estas fuerzas sería igual a cero y por ende no se percibiría ningún movimiento.

Como segundo caso en el que la densidad del medio es mayor a la de la burbuja, al ser el producto de la fuerza de empuje del fluido mayor al producto de la fuerza gravitacional de la burbuja, esta fuerza desplaza la burbuja hacia arriba, de tal manera que, se percibe el movimiento de esta en el tubo. Pero ¿Cómo explicar la velocidad constante de ascenso de la burbuja? Se entiende que al momento en el que la burbuja empieza a moverse aparece una nueva fuerza, la fuerza de arrastre, debida a la fricción entre los dos fluidos y la cual está orientada en la misma dirección que la fuerza

gravitacional. Ahora bien ¿cómo esta fuerza permite que el movimiento de la burbuja se realice con velocidad constante?

Para responder esta última pregunta, se considerará que estas tres fuerzas actúan por completo sobre la burbuja, de tal manera que, la fuerza de empuje contrarrestará la fuerza gravitacional y acelerará la burbuja hacia arriba. Ahora bien, si la velocidad aumenta a medida que la burbuja sube por el tubo la fuerza de arrastre también aumentará hasta que esta última y junto con la fuerza gravitacional se igualan en magnitud con la fuerza de empuje y la velocidad de la burbuja adquiere un movimiento constante, es decir, la sumatoria de las tres fuerzas finalmente son iguales a cero, haciendo que, la aceleración sea nula y por ende la burbuja adquirirá una velocidad constante.

Finalmente, para la tercera situación en la cual la burbuja es de mayor densidad que la del medio líquido la fuerza gravitacional al ser mayor en magnitud que la fuerza de empuje hará que esta se hunda sobre dicho medio, claro está, que la condición de velocidad uniforme no cambia dado que la fuerza de arrastre ahora está en la misma dirección que la fuerza de empuje y cuyo efecto en la velocidad de cualquier objeto sea constante. De aquí que, para establecer un movimiento con características constantes se deba tener en cuenta dos sustancias con diferentes densidades y por lo menos un medio líquido donde se realiza el movimiento.

2.4.El tubo de Mikola y su importancia en la descripción del movimiento.

La mayoría de los estudiantes ha tenido diversas experiencias en relación con el movimiento, por ejemplo, observar diferentes objetos caer -una hoja, una gota, una piedra-, determinar velocidades en una clase de física como práctica de laboratorio, entre otras situaciones. El movimiento, pareciera que se da en todos los contextos, y a partir de este, se pueden describir diversas situaciones que varían desde nuestro conocimiento natural hasta el conocimiento formativo de nuestro proceso escolar.

Ahora bien, principalmente se suele hablar del movimiento de los cuerpos asumiendo estos como elementos sólidos, y por lo cuales, se planifican experiencias de laboratorio o situaciones enfocadas en el movimiento de estos. Así, preguntas como; ¿Cómo caen? ¿Cómo se mueven? ¿Qué trayectorias describen? Son participes en la descripción del movimiento de este tipo de objetos sólidos en particular. Sin embargo, al utilizar fluidos ¿se observarán los mismos movimientos que

en los sólidos? ¿Son construidas las explicaciones sobre el movimiento de estas sustancias de la misma manera que las explicaciones de los cuerpos sólidos?

Para responder las anteriores preguntas, se utilizará el tubo de Mikola como aquel instrumento que posibilitará describir el movimiento de una pequeña burbuja de aire en dos fluidos como agua y jabón. En este sentido, el uso del tubo rompe con la idea de pensar que todos los cuerpos cuando se dejan bajo la acción de la gravedad caen, sino que, en algunas situaciones se observa un efecto contrario, es decir, un movimiento de ascenso como el que se presenta con la burbuja. Así, se describe que los fluidos no presentan movimientos iguales a los cuerpos sólidos y que los movimientos que se presentan son en ocasiones un tanto diferentes.

A su vez, el uso de este instrumento permitirá ampliar las explicaciones sobre los cambios de velocidad de la burbuja en relación con las densidades de las sustancias que interactúan entre sí, puesto que, el medio donde se realiza el movimiento afecta específicamente la velocidad de ascenso de la burbuja. Por ejemplo, en contraste con el movimiento de dos esferas sólidas que se dejan caer por un plano inclinado la velocidad que adquieren en comparación es la misma para los dos objetos. En el tubo de Mikola, los fluidos que interactúan cambian automáticamente la velocidad de la burbuja como también el tamaño de ésta, de aquí que, el volumen y las densidades de las sustancias sean fuentes en la descripción del movimiento.

En consecuencia, el uso del tubo de Mikola explica el movimiento rectilíneo uniforme a partir de las fuerzas que aparecen en el movimiento de la burbuja, lo que permite realizar un tratamiento cualitativo y cuantitativo en la manera de describir aquellos elementos que aparecen en el movimiento de la burbuja, como la distancia recorrida y los intervalos de tiempo, que hacen parte de una descripción más formalizada del movimiento en las sustancias fluidas.

A partir de lo anterior, el tubo de Mikola abre la posibilidad de trabajar características muy particulares sobre la descripción del movimiento no solo en fluidos, sino que, también en cuerpos sólidos y que trae elementos que en ocasiones se olvidan en las explicaciones que se realizan. Por otra parte, el uso de este instrumento puede ser llevado a otros campos de conocimiento como la mecánica de fluidos y la caracterización de ciertos conceptos como la presión que para los intereses de este trabajo se dejan a un lado.

2.5. El movimiento de los cuerpos concebido como un continuo

En la comprensión del movimiento como un continuo, los términos de velocidad natural específica, el espacio recorrido, la dirección y aceleración empezaron a ser construidos poco a poco como características principales que describían el movimiento de los cuerpos. Así, la comprensión de todos estos términos ya no se entendía únicamente como conceptos que nacían de la descripción sensorial del movimiento, sino que, empezaron a ser construidos como magnitudes físicas que surgían de una actividad experimental minuciosa de medición que los concretizaron finalmente como cantidades que describen el movimiento.

En consecuencia ¿Qué elementos permitieron pasar de una descripción discreta a una descripción continua del movimiento? Una parte de la respuesta a esta pregunta corresponde por entender ahora la perspectiva continua del movimiento a la cual se refiere a que los términos lento y rápido no corresponden a dos cualidades opuestas entre sí, sino que, cada uno de estos términos representa un valor de una misma cantidad; *la velocidad*. Es decir, que el cambio en la rapidez de un cuerpo es posible describirla a través de valores numéricos que representarían un acercamiento a la velocidad del cuerpo durante el transcurso del movimiento, de aquí que, la *est* indicaría qué tan rápido o qué tan lento se mueve un cuerpo.

A su vez, caracterizar la velocidad como cantidad permitió relacionar la dirección y el espacio como magnitudes que describen al movimiento como un continuo, dado que, la variación de los espacios recorridos en un determinado tiempo y la dirección en la cual se realiza el movimiento corresponden a dos cualidades que pueden ser descritas en términos de la velocidad. En otras palabras, si dos cuerpos en movimiento recorren espacios diferentes en tiempos iguales el que mayor espacio haya recorrido es el que mayor velocidad tendrá, y viceversa, a menor espacio recorrido menor velocidad tendrá.

Así, las cualidades de rápido y lento pasan de ser dos términos que relacionan la rapidez como una magnitud discreta producto de la actividad sensorial a ser caracterizados por una misma magnitud continua, con un valor numérico producto de dos términos que se relacionan entre sí: el espacio recorrido y el tiempo. Estos dos conceptos continuos describen la velocidad a partir de una actividad cuantitativa que relaciona la experiencia sensorial, la medida de resultados experimentales y el análisis matemático para construir un nuevo concepto con características que relaciona la continuidad del movimiento de los cuerpos.

Por su parte, la dirección en la que se mueve un objeto está sujeta a la caracterización de un marco de referencia el cual aparece como un elemento importante para la organización donde permite al observador tener un rol importante en la caracterización del movimiento, y que además, surge como una forma de hablar sobre el movimiento que permite organizar y ubicar en un espacio un “lugar” o “punto” desde el cual se observa y se describe las cualidades de un objeto en movimiento (Diaz & Lopez, 2018). Así, por ejemplo, se puede caracterizar la dirección del movimiento si a la velocidad se le asigna un símbolo numérico -positivo o negativo-, si se nombra un punto cardinal -norte, sur, oriente u occidente-, una dirección espacial -Arriba o abajo, derecha o izquierda, al frente o atrás-, entre otras.

Esta última caracterización sobre la dirección del movimiento permite acercarse más a la idea de este como un continuo, porque, la idea de tener velocidades negativas o positivas posibilita una organización del espacio como un elemento que permite describir al mismo tiempo el movimiento de uno o más objetos. Por ejemplo, si dos esferas se mueven una hacia la otra bajo una misma línea con una magnitud igual en su velocidad tenderán a encontrarse en un lugar del espacio siempre y cuando el espacio de movimiento de cada esfera sea considerado como un continuo.

Hasta el momento, se ha hablado sobre ciertas características que tienen los objetos que se mueven en el espacio sin caracterizar la causa o el origen de su movimiento, por lo que, finalmente queda de presente describir las causas que originan este evento físico. La fuerza -o ímpetu- y la aceleración fueron las dos últimas cualidades que se convirtieron en cantidades en el estudio del movimiento, puesto que, estos conceptos permitieron diferenciar los movimientos que se daban con velocidad constante y los que se realizaban con velocidad variable.

En efecto, estos dos conceptos permiten en el movimiento de un cuerpo describir los cambios tanto en la velocidad como en la dirección donde se efectúa el movimiento, por lo que, la fuerza y la aceleración pasan a ser entendidos como magnitudes que describen un estado o una forma de estar de un cuerpo en su movimiento, es decir, bajo el estado de velocidad constante, variable o en reposo. En otras palabras, corresponden a una categoría la cual permite caracterizar y diferenciar los cambios de un evento físico de otro a partir de la caracterización de ciertas cualidades y propiedades que pueden ser medibles, tales como, la velocidad y la posición (Castillo & Pedreros, 2013).

Para explicar por qué la aceleración y la fuerza no son características continuas en el movimiento se planteará el siguiente ejemplo tomando como referencia el tubo de Mikola: Supongamos una burbuja de aire moviéndose dentro del tubo después de que este ha sido girado. Esta adquirirá al cabo de un poco tiempo una velocidad constante con la cual se moverá hasta el extremo final siempre y cuando no se realice una acción sobre el tubo que cambie la dirección de movimiento de la burbuja o que cambie su velocidad uniforme. Por otra parte, si en la mitad del trayecto se gira el tubo en la dirección en la que la burbuja adquiriera una velocidad mayor, esta acelerará, debido a los efectos fuerza que se aplicó para dar el giro al tubo. Esto hace que, la burbuja adquiriera ahora un movimiento acelerado.

El anterior ejemplo deja claro lo siguiente: a) la acción de una fuerza no siempre está presente en el movimiento de los objetos, pero la aplicación de esta puede alterar el estado de movimiento de un objeto modificando su velocidad y por ende el espacio recorrido en un cierto tiempo, b) la aceleración indicaría un cambio en la velocidad, es decir, un aumento o una disminución de la velocidad. En este sentido, tanto la fuerza como la aceleración permiten caracterizar en el tubo de Mikola los cambios tanto en la velocidad como de la dirección de movimiento de la burbuja.

Esta última manera de entender los conceptos de velocidad, dirección y espacio recorrido constituyen un nivel de organización más elaborado considerado aquí el nivel de organización cuantitativo. Para esto, se requieren de actividades experimentales que vinculen la actividad sensorial con la actividad matemática, en el que, este análisis desempeña una fuente fundamental en la generación de conocimiento.

Finalmente, esta primera revisión permitió en primera instancia traer elementos orientados hacia el diseño de la propuesta de enseñanza, para ello, este primer momento consistió en la revisión de documentos que permitieron construir y organizar una reflexión alrededor de entender aquellos elementos principales que describen el movimiento de los cuerpos a partir de una serie de preguntas que problematizaron las diferentes concepciones que se describieron en los párrafos precedentes. De aquí que, se ha expuesto ciertas experiencias con el tubo de Mikola que aportaron significativamente elementos, didácticos y cognoscitivos que se retomarán para la organización de las actividades de enseñanza sobre el movimiento.

3. ASPECTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA SOBRE EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

En este capítulo, se expondrán ciertas consideraciones que sirvieron como estrategia para la configuración de la presente propuesta de enseñanza alrededor del movimiento. Por ende, en este apartado se presentarán tres aspectos importantes que permitieron el diseño de las actividades propuestas para llevar al aula, a saber, 1) el uso de las reflexiones didácticas para la construcción disciplinar alrededor de la descripción del movimiento, 2) las reflexiones alrededor de la actividad experimental que se privilegia en esta propuesta de enseñanza y 3) El planteamiento de las actividades que se proponen para llevar a cabo con los estudiantes de grado sexto del Instituto Henao y Arrubla.

3.1 Uso de reflexiones didácticas sobre el movimiento de los cuerpos para la elaboración de la propuesta de enseñanza

Para la elaboración de la presente propuesta de enseñanza se tomó como referencia los trabajos didácticos realizados por Gagliardi, Grimellini, & Pecori (1999) y Mäntylä, T. (2011) quienes mediante interpretaciones didácticas y culturales construyen propuestas de enseñanza sobre el movimiento de los cuerpos y la organización del *conocimiento sensorial, cuantitativo y teórico* en tres niveles para la enseñanza de los conceptos en física. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la reflexión realizada en el capítulo anterior en torno a la discusión de algunos elementos principales en la descripción del movimiento de los cuerpos.

En primer lugar, el trabajo realizado por Gagliardi, Grimellini, & Pecori, (1999) -*La educación del conocimiento científico: un camino que parte de lejos*²-, presenta un abordaje cultural y didáctico sobre la enseñanza del movimiento en los espacios escolares. Para ello, las autoras se sustentan en tres características principales que llevan a cabo en su propuesta de enseñanza, a saber: a) “*comparación con los hechos*”, el cual los estudiantes a partir de experiencias cercanas a la experiencia cotidiana describen e interpretan hechos o situaciones, b) “*comparación con los demás*”, el cual se entiende como la creación de ambientes en los cuales se prioriza la colaboración entre el compañero y el maestro y c) “*comparación con el proceso espontáneo de construcción de*

² “L’educazione all’ conoscenza scientifica: un percorso che parte da lontano”. Las citas textuales de este artículo, que se presentan en este documento son traducción libre del autor.

conocimiento”, en el cual los estudiantes a partir de prácticas de laboratorio amplían su campo de experiencia sobre la temática en cuestión llevándolos a un proceso de nuevo conocimiento, que mediante el lenguaje, permite a todos aprovechar la forma en que se ha construido y estructurado su conocimiento individual y colectivo (Gagliardi, Grimellini, & Pecori, 1999).

Bajo estos elementos, las autoras plantean el diseño de su propuesta de enseñanza y el análisis sobre la modificación del lenguaje que poseen los estudiantes en la descripción de diversas situaciones sobre el movimiento de los cuerpos, acorde con cada proceso didáctico que ellas iban desarrollando. Para ello, inicialmente parten de la experiencia sensible de los estudiantes y registran la forma en la cual ellos se expresan al describir situaciones y observaciones de animales, partes del cuerpo y juguetes mecánicos en movimiento. Posteriormente, en el segundo proceso desarrollan actividades en forma de juego en las cuales los estudiantes identifican las formas en las que se puede relacionar el espacio, el tiempo y rapidez con el fin de establecer cualidades que permitan describir características relacionadas con ciertas unidades arbitrarias de medida presentes en el movimiento. Finalmente, en el tercer proceso las autoras introducen el estudio del uso de ecuaciones para establecer una definición entre los espacios y tiempos como posible relación algebraica que se puedan relacionar entre sí.

En este sentido, el abordaje de la anterior reflexión didáctica constituye un pilar esencial en la manera en la cual va a ser hecha la presente propuesta de enseñanza, esto porque, aporta elementos significativos que permitirán orientar tanto la planeación de las actividades a desarrollar en los tres momentos descritos anteriormente como la perspectiva teórica y la secuencia en que serán realizadas las actividades en el contexto educativo del Instituto Henao y Arrubla con estudiantes de grado sexto de bachillerato.

Respecto a la reflexión didáctica realizada por Mäntylä, T (2011) *-Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education-*, está enfocada en la construcción de propuestas de enseñanza para la enseñanza de la física, centradas particularmente, en llevar a cabo una manera de organizar las actividades en tres niveles secuenciales jerárquicos, a saber, el primer momento está orientado en la construcción y descripción cualitativa del concepto en cuestión (*nivel de las cualidades*), el segundo momento, está centrado en la construcción cuantitativa de este concepto y de las descripciones que nacen o surgen a través de la realización de la experiencia

práctica (*nivel de las cantidades*), y el tercer momento, en donde el concepto se teoriza y toma relevancia en la descripción general de diferentes eventos físicos (*nivel teórico*).

A partir de la anterior reflexión didáctica se retomará la adaptación de los niveles cualitativos y cuantitativos de organización del conocimiento que estructurarán las actividades de enseñanza sobre el movimiento. En este sentido, el primer nivel consistirá en la observación y descripción de las cualidades que presentan los objetos de nuestro entorno cuando están en movimiento. Por su parte, el segundo nivel se estructurará de tal manera que aquellas cualidades que intervienen en el movimiento se puedan relacionar para describir en términos de las cantidades para lograr así un nivel más desarrollado sobre la base de la descripción y organización del movimiento en términos numéricos.

Para lograr lo anterior, la reflexión sobre el movimiento descrita en el primer capítulo juega un papel fundamental dentro de esta propuesta de enseñanza, puesto que, propone como eje principal el tubo de Mikola como un instrumento que posibilita abordar diferentes situaciones prácticas para organizar y llevar al aula de clase en pro de generar conocimiento. En este sentido, la actividad experimental desempeña un rol importante, porque acorde con la perspectiva que se configure en este trabajo, está orientada las actividades y los objetivos de conocimiento que se pretenden desarrollar en la propuesta de enseñanza. Así, se hace de vital importancia conocer el aporte que tiene la actividad experimental es este trabajo.

3.2. El rol de la actividad experimental en la construcción de la propuesta de enseñanza

Hasta este punto del presente trabajo, se ha generado una reflexión en la cual se abordan los elementos principales en la descripción del movimiento de los cuerpos a partir de un nivel de organización de la experiencia sensible y un nivel un tanto cuantitativo de esta misma. Por lo que, ahora se pretende discutir sobre el rol que desempeña la actividad experimental y cómo estos niveles de organización se ajustan en la presente propuesta de enseñanza que se expondrá en el desarrollo de este capítulo.

Inicialmente, se establecerá que los experimentos en la física y en la enseñanza de la física son una base fundamental de la investigación y el aprendizaje de esta ciencia dado que cumplen un rol esencial que la convierten en una "ciencia experimental" en la cual una de las principales fuentes de conocimiento se sustenta en la "realización de experimentos" (Mäntylä, 2011). Sin embargo, se

pone de presente que la ciencia que hacen los científicos no es la misma ciencia que se lleva en la escuela, por lo que, hay que diferenciar que los experimentos en la física y en la enseñanza de la física no son actividades que se realizan de la misma manera. De aquí que, se plantee una propuesta de enseñanza la cual considere la experimentación en la enseñanza de la física como una actividad que permite generar conocimiento.

Se identifica que hay diferentes imágenes sobre los objetivos de conocimiento que tiene la experimentación en el aula de clase, entre ellas, se encuentra: a) la verificación de teorías científicas la cual consiste en actividades de verificación experimental a pruebas de errores, b) la experimentación formal el procedimiento es dado en forma de receta al estudiante con un resultado ya establecido, c) el laboratorio experimental el cual está orientado al descubrimiento y aborda problemas que retan al estudiante bajo las posibilidades de los materiales de laboratorio, d) la experimentación divergente, la cual es una mezcla entre la concepción formal de la experimentación y el laboratorio experimental, cuya característica se centra en la transmisión de información sobre un tema general al estudiante y lo demás se propone de manera abierta con varias posibilidades de solución y e) la experimentación empírica, concebida como aquella en la cual el laboratorio es la principal fuente de teoría conceptual a la explicación de eventos físicos (Florez & Sahelices, 2009) (Ferreiros & Ordoñez, 2002).

A partir de estas imágenes concebidas sobre las formas de conocimiento referidas a la experimentación en el aula de clase, surgen las siguientes preguntas las cuales orientarán la imagen del experimento y de la actividad experimental que ha de tener la presente propuesta de enseñanza, a saber, ¿Cómo se concibe la idea de la actividad experimental como generadora de conocimiento? y ¿Cómo los niveles de organización cualitativo y cuantitativo sustentan la actividad experimental para la generación de conocimiento en la presente propuesta de enseñanza?

Para responder la primera pregunta, se concebirá que la generación de conocimiento tiene lugar a partir de entender las características de los tres niveles de organización del conocimiento, el nivel cualitativo, cuantitativo y el teórico, los cuales toman lugar inicialmente en la descripción de las observaciones realizadas en las prácticas experimentales, la formulación de respuestas que nacen a partir de dichas prácticas, y finalmente, la comprobación experimental de las respuestas dadas (Mäntylä, 2011). Teniendo en cuenta que este trabajo solo llega hasta el orden cuantitativo debido al grado escolar en la cual se llevará la propuesta de enseñanza, las actividades se encaminarán en

la descripción sobre el movimiento cuerpos desde el análisis de situaciones a las prácticas experimentales, por lo que se destacarán las respuestas y el leguaje que surja de los estudiantes a partir de la descripción.

A partir de lo anterior, se entiende que para construir conocimiento hay que observar y experimentar. Al parecer, estos dos términos a simple vista pueden presentar cierta similitudes al momento de ser utilizados, sin embargo, su diferencia va más allá de una leve actividad lingüística, es decir, entre observar y experimentar hay de por medio un proceso que refiere al evento físico mismo, la primera, confiere una imagen primitiva e inmediata del comportamiento de la naturaleza, la segunda, confiere a que dicha imagen inmediata puede ser utilizada para la construcción de conocimiento científico (Ferreiros & Ordoñez, 2002).

Un ejemplo elocuente aparece con la concepción inicial del movimiento de la caída de los cuerpos como un discreto, donde las observaciones proporcionan diferentes imágenes que llevan a expresar diferentes movimientos para un objeto que sube y baja. Ahora bien, mientras se pretendía ahondar en el estudio cinemático de los cuerpos la velocidad apareció como aquel concepto producto de la actividad experimental, en la cual, los primeros instrumentos como los planos inclinados tomaron gran importancia a la hora de representar dicha magnitud, puesto que, son considerados como elementos importantes que aportaron a la teoría a partir de objetos (Séré, 2002) y cuyo uso en la actividad se puede catalogar en dos momentos en específico; la instrumentación cualitativa y cuantitativa.

De acuerdo con Ferreiros & Ordoñez (2002) se entiende que la instrumentación cualitativa, es aquella instrumentación que pone de frente efectos y/o causas cualitativamente nuevas al observador, teniendo como característica, que las determinaciones que se realizan en este nivel no son hechas con total precisión. Claro está, que esto no significa que los experimentos cualitativos no desempeñen un papel crucial en la generación de conocimiento, sino todo lo contrario, son parte fundamental de un primer proceso de aprendizaje, porque, si centramos la discusión en la descripción del movimiento de los cuerpos la rapidez fue aquel concepto cualitativo que posibilitaba expresar en qué momento un cuerpo va más rápido que otro

Por otra parte, la instrumentación cuantitativa es la que permite realizar y determinar con precisión las mediciones que la experimentación cualitativa no podía registrar (Ferreiros & Ordoñez, 2002), por lo que, se entiende que en este nivel es donde suele recaer la carga comprobatoria de la

experimentación científica. Con el fin de romper esa imagen, esta propuesta de enseñanza introduce el tubo de Mikola como aquel instrumento mediador que posibilita a partir de ciertas cualidades transitar a ciertas cantidades, en la cual las relaciones entre distancias recorridas en ciertos intervalos de tiempos enmarcan a la velocidad como producto de esta instrumentación.

En este sentido, la idea del tubo de Mikola como un instrumento “mediador” es porque posibilita establecer un puente entre la actividad sensorial a la actividad cuantitativa, dado que, pone de frente la descripción del lenguaje desde la perspectiva sensorial de la rapidez con la que se mueve la burbuja -rápido o lento- con los cambios de espacios recorridos en ciertos intervalos de tiempo -variables propiamente medibles y cuantificables- que llevan a la descripción de la velocidad, proceso establecido mediante la actividad experimental cuantitativa. A partir de esta última consideración, el tubo de Mikola permite el tránsito a un nuevo nivel de organización del movimiento, a razón de que, los cambios en las cualidades de los objetos en movimiento conducen a la necesidad de involucrar por completo una medida numérica para establecer a la rapidez como una característica cuantitativa del movimiento.

De aquí que, el uso de este instrumento en la presente propuesta de enseñanza puede ser entendido de dos formas: a) como un instrumento observacional – cualitativo, en el cual, la observación de las cualidades determina la construcción de una rapidez sensorial y b) como un instrumento experimental – cuantitativo, en el que su uso permite la determinación experimental y numérica de la velocidad. De aquí que, se resalte la importancia del tubo de Mikola como un instrumento que posibilita la generación de conocimiento y que se relaciona con la actividad experimental cualitativa y cuantitativa.

A partir de lo anteriormente discutido, la actividad experimental en la presente propuesta de enseñanza desempeña un papel fundamental, puesto que, el tubo de Mikola permite trazar un puente entre lo cualitativo y lo sensible hasta lo cuantitativo y experimental del movimiento. De aquí que, el uso de este instrumento permita a los estudiantes identificar algunas cualidades que describen el movimiento de los cuerpos.

También, se concluye que el uso de la instrumentación cualitativa y cuantitativa desempeña un rol importante como generadora de conocimiento, puesto que, el seguimiento de esta organización permite establecer distinciones en el uso de los instrumentos entre la actividad observacional - cualitativa y la actividad experimental - cuantitativa que conllevan a explorar situaciones

completamente nuevas que desempeñan un rol fundamental en la generación de explicaciones y descripciones en los eventos físicos naturales. A su vez, sitúa la imagen de los objetivos del experimento clasificándolo en una visión de laboratorio experimental y su vínculo con el diseño de cada una de las actividades a desarrollar en la presente propuesta de enseñanza.

Finalmente, se hace también necesario conocer cuáles son las concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre el movimiento de los cuerpos, puesto que, estas descripciones permitirán reconocer las características y necesidades educativas sobre la enseñanza del movimiento de los cuerpos y cuyo reconocimiento dará como resultado final la organización, los objetivos y las actividades de enseñanza que se llevarán a cabo en el aula de clase.

3.3. Consideraciones educativas sobre el movimiento para el diseño de la propuesta de enseñanza

Hasta este momento, en el presente trabajo se ha discutido una reflexión sobre el movimiento y el rol que desempeñan algunas reflexiones didácticas y la actividad experimental en la presente propuesta de enseñanza. Ahora bien, es momento de abordar otro aspecto a considerar en la construcción y desarrollo de la propuesta, a saber, los estudiantes y el escenario educativo donde como maestro he venido desarrollando mi actividad profesional educativa.

Para el diseño de la presente propuesta de enseñanza se consideró, inicialmente, que los estudiantes de grado sexto del Instituto Henao y Arrubla, al igual que otros estudiantes de otras instituciones reportados en la literatura Camargo, Andrade, & Saes (2007), Barneto & Bolívar (2008) y Flores, Bello, & Albarrán (2003), poseen una experiencia sensible sobre el movimiento a partir de las observaciones de su entorno y sus explicaciones se fundamentan en la mayoría de los casos con los términos “*rápido y lento y su descripción opuesta*”, “*la velocidad y la fuerza como dos cosas parecidas*”, “*el reposo es lo opuesto a estar en movimiento*”, entre otras.

En este sentido, muchas de las descripciones que tienen los estudiantes sobre el movimiento provienen de sus experiencias cotidianas, de tal manera que, la forma en la que organizan sus primeras experiencias con el movimiento de su entorno proviene de la observación visual (Flores, Bello, & Albarrán, 2003) aunque hay otras estrategias no visuales en la cuales se puede trabajar el movimiento como lo plantean (Camargo, Andrade, & Saes, 2007) en su trabajo “*concepciones alternativas sobre reposo y movimiento, modelos históricos y deficiencia visual*”. Mediante los

diferentes sentidos se suelen seguir trayectorias, observar qué tan rápido se mueve un cuerpo, tocar los objetos para afirmar si estos están en movimiento o en reposo cuando el sentido de la visión no lo puede establecer, entre otros. De aquí que, estas comprensiones producto de la actividad sensorial, se organicen en comprensiones alternativas alrededor de que “rápido y lento sean cualidades opuestas” o “que el reposo es lo opuesto a estar en movimiento”.

Es por esto, que los sentidos son comúnmente usados por las personas para organizar las situaciones en las que el movimiento es completamente perceptible y que son más comunes en la experiencia cotidiana. Aunque en cierta parte el uso de los sentidos resulta de alguna manera confiable en las determinaciones que se hacen sobre qué tan rápido y lento se mueven los objetos a nuestro alrededor, en ocasiones puede llegar a ser un tanto limitado, es decir, las personas por lo general con mayor experiencia suelen en ocasiones aproximar los valores de la velocidad con la que se mueve el objeto, mientras que, para aquellas que aún no poseen la suficiente experiencia describen la cualidad de movimiento; se mueve rápido o lento, por ejemplo, para los ojos de un observador un Ferrari puede asumirse inicialmente como un auto que se mueve rápido o lento dependiendo las condiciones de movimiento, mientras que otros, podrán expresar valores numéricos, quizá, 200Km/h.

A su vez, las prácticas experimentales y la manera en cómo se utilizan los instrumentos determinan los casos particulares del experimento porque se prioriza más sobre lo abstracto en las clases de aula que en las sesiones habituales de ejercicios (Séré, 2002). A partir de esta perspectiva, se empieza a visualizar cuáles han de ser los alcances de la presente propuesta de enseñanza, por lo cual se espera que, con la implementación de estas actividades los estudiantes logren ampliar y organizar su conocimiento para describir el movimiento de los cuerpos cada vez con un lenguaje más estructurado.

Finalmente, la presente propuesta de enseñanza se estructurará en tres momentos, los cuales, se organizarán siguiendo los ambientes y las dinámicas desarrolladas por (Gagliardi, Grimellini, & Pecori, 1999). A su vez, a cada momento se le vinculará una perspectiva de organización del conocimiento ya sea cualitativo o cuantitativo (Mäntylä, 2011), cuya directriz estará vinculada por el uso del tubo de Mikola como un instrumento que posibilitará realizar una actividad instrumental cualitativa y cuantitativa (Ferreiros & Ordoñez, 2002) y cuya implementación permitirá conocer

cómo evoluciona el lenguaje de los estudiantes a medida que se transita por cada uno de los momentos que se describirán a continuación.

3.3.1 *El primer momento por desarrollar: los sentidos y las cualidades*

El primer momento a trabajar en la presente propuesta de enseñanza consistirá en identificar por parte del docente las formas de hablar de los estudiantes sobre el movimiento de los cuerpos que se presenta en su entorno, para ello, se planteará para la primera sesión la siguiente situación; *observa detalladamente en el cielo las nubes que se encuentran en él y escribe un texto en el que describas el movimiento de las nubes presentes en un cielo de tu ciudad.* Con esta primera situación, uno de los propósitos de esta actividad radicará en que el docente identifique los usos que los estudiantes dan a los términos de rapidez, distancia recorrida, tiempo, entre otros.

Sobre la base de las respuestas obtenidas, se analizará las descripciones de los estudiantes a partir de las siguientes preguntas, a saber, ¿Qué términos utilizan los estudiantes para describir el movimiento de las nubes? ¿Por qué recurren los estudiantes a estos términos para referirse el movimiento de las nubes? ¿Son estos términos recurrentemente utilizados por los estudiantes en otras situaciones que involucren el movimiento de diferentes cuerpos? Esta primera identificación aportará elementos para que el maestro determine si el desarrollo de las actividades propuestas de enseñanza permitirá a los estudiantes construir nuevas formas de hablar sobre el movimiento de los cuerpos, en las cuales los términos de rapidez, velocidad, espacios y/o distancias recorridas, tiempos, direcciones, entre otros, son entendidos como conceptos que definen la condición de movimiento.

De aquí que, este momento corresponda con la primera fase de organización propuesta por Gagliardi, Grimellini, & Pecori (1999), puesto que, está centrado en la descripción que tienen los estudiantes sobre el movimiento de un cuerpo de su cotidianidad como lo son las nubes, correspondiente al proceso de comparación de los hechos y el cual enmarca todas aquellas representaciones propias que los alumnos utilizan al momento de describir una situación en particular.

Respecto a la organización propuesta por Mäntylä, T. (2011), este primer momento está enfocado en la observación directa y sensorial de las cualidades que los estudiantes logren identificar sobre el movimiento de las nubes. Este primer nivel de organización a partir de las cualidades abre el

campo de conocimiento sobre la manera en la cual los estudiantes se refieren a los términos de rapidez, distancia y tiempo, esto porque, se inicia poniendo en juego los sentidos del cuerpo como instrumentos iniciales para identificar u organizar el movimiento de los cuerpos.

Para llevar a cabo lo anterior, se propondrán dos actividades a desarrollar con los estudiantes. La primera, consistirá en la observación del movimiento de las nubes y la descripción del movimiento que poseen estas mismas. Con el fin de prever cualquier condición climática que no haga posible la observación, se realizará un video de 2 minutos sobre el movimiento de las nubes en un día parcialmente soleado y se reproducirá para la clase. Posteriormente, se solicitará a los estudiantes escribir un texto que describa el movimiento de las nubes que acaban de observar.

Como segunda actividad, se realizará con los estudiantes la socialización de sus escritos, esto con el fin de conocer cómo realizan sus descripciones sobre cómo están concibiendo el movimiento. Claro está, que si los estudiantes solicitan poder hacer representaciones gráficas para realizar sus descripciones se dará la posibilidad de hacerlo, dado que, se entiende que los dibujos posibilitan en ciertas ocasiones expresar sus ideas de manera más concreta.

3.3.2. El segundo momento por desarrollar: El tránsito de la cualidad a la cantidad.

El segundo momento consistirá en enriquecer la actividad sensorial de los estudiantes sobre el movimiento de los cuerpos a partir del uso del tubo de Mikola, esto con el fin de establecer las cualidades y variables del movimiento que los estudiantes expresen en las descripciones que realizan sobre el movimiento de la burbuja dentro del tubo. Para ello, se planteará la siguiente pregunta que guiarán las actividades y los objetivos que se propongan para el presente momento: *¿Qué cualidades identifican los estudiantes para describir el movimiento?*

En este sentido, este momento tendrá la intención de crear un ambiente de diálogo guiado entre el docente y los estudiantes sobre la identificación de las cualidades y variables que permiten la descripción del movimiento de la burbuja dentro del tubo de Mikola. Así, el uso del tubo de Mikola, la observación del movimiento de la burbuja, las formas de hablar de los estudiantes y el debate entre los participantes del grupo proporcionaran herramientas argumentativas que posibilitará a cada alumno ampliar su rango de experiencias y su lenguaje para describir las cualidades que representan el movimiento de los cuerpos.

Este segundo momento se encuentra en el nivel de organización de las cualidades propuesto por Mäntylä, T. (2011), sin embargo, lo que se busca es un puente para introducir el nivel de las cantidades, en otras palabras, aunque aún se siguen identificando cualidades mediante los sentidos estos no constituyen el factor directo de medida, sino que, aparece el tubo de Mikola como aquel instrumento “mediador” que permite involucrar las distancias y el tiempo para la determinación de una rapidez sensorial. En este punto, se espera que la relación *igual distancia recorrida en menor tiempo* conduce a la observación de un movimiento *con mayor rapidez*, el cual orientará a partir de la descripción de los elementos para el cálculo de la velocidad, punto fundamental a trabajar en la tercera actividad.

Para ello, se planteará dos actividades que se desarrollarán en forma de discusión grupal. La primera, consistirá en la identificación de las cualidades y variables que describen el movimiento de la burbuja cuando el tubo es colocado en un único ángulo de salida. Con el fin de animar la discusión se preguntará a los estudiantes lo siguiente:

- Habiendo descrito el movimiento de las burbujas ahora ¿Cómo describirías el movimiento de la burbuja a través del tubo?
- ¿Cómo consideras que es el comportamiento de la rapidez de la burbuja durante su movimiento? Para cada pregunta, antes de realizar la discusión se dará un tiempo prudente para que los estudiantes primero escriban sus respuestas.

La segunda actividad tendrá como fin la observación y comparación del cambio de la rapidez que sufre la burbuja cuando se varía el ángulo de salida, puesto que, este proceso comparativo posibilita tomar variables de referencia que permitirán la transición entre lo cualitativo hacia lo cuantitativo, es decir, que los términos más rápido o lento son elementos de comparación inicialmente utilizados para establecer una unidad de medida de la rapidez. De aquí que, la experimentación posibilitará a los estudiantes ampliar su experiencia sensible sobre el movimiento, debido a que, el uso del tubo de Mikola posibilita variar la rapidez de la burbuja acorde con los ángulos de inclinación con el que se coloque. Para animar la discusión se preguntará a los estudiantes lo siguiente:

- ¿Qué crees que sucede con la rapidez de la burbuja cuando la inclinación del tubo es mayor? ¿Por qué consideras esa respuesta?

- ¿Qué esperarías que pase con la rapidez de la burbuja cuando la inclinación del tubo es cada vez menor? Justifique su respuesta.
- Teniendo en cuenta estas dos situaciones ¿Qué tienen en cuenta para decir que la burbuja fue más rápida o lenta? Justifique su respuesta

3.3.3 *El tercer momento por desarrollar: El instrumento y la cantidad.*

El tercer momento pretende que los estudiantes establezcan la rapidez como aquella variable de medida que permite conocer qué tan rápido o que tan lento se mueve un objeto respecto a otro. Para ello, se llevará a la clase dos tubos de Mikola hechos a partir de dos fluidos diferentes -agua y jabón- con el fin de comparar en primera instancia las diferentes velocidades que adquiere cada burbuja en cada líquido, y posteriormente, llegar al establecimiento de una unidad de medida que indique qué tan rápido se mueve cada burbuja. Para esta actividad, se planteará la siguiente pregunta *¿Cómo determinar qué tan rápido o lento se mueve una burbuja dentro del tubo de Mikola?*

A partir de lo anterior, se espera que los estudiantes empiecen a utilizar el espacio recorrido y el tiempo como variables que al ser relacionadas posibiliten establecer a la velocidad como una variable que permita determinar qué tan rápido o lento se mueve una burbuja de otra. En estos términos, si una burbuja toma menos tiempo en ir de un extremo del tubo al otro se dice que va más rápido, y al comparar espacios recorridos y los tiempos gastados, se establecerá mediante relaciones matemáticas una magnitud que representara la velocidad con la cual la burbuja se movió en el tubo. De aquí que, la velocidad sea entendida como aquella variable que posibilita describir qué tan rápido se está ejecutando un movimiento acorde con un sistema de referencia preestablecido.

En relación con el tercer momento, este se enfocará en la práctica experimental con el uso de dos tubos de Mikola, uno compuesto por agua y aire y el otro por jabón y aire, con el fin de generar procesos de comparación entre las diferentes velocidades de ascenso de la burbuja. Si bien, se entiende que en este proceso se han de establecer relaciones matemáticas que posibiliten determinar una medida de la velocidad de cada burbuja, esto desembocará en una formalización matemática ha de ampliar el lenguaje que han venido utilizando los estudiantes a uno más elaborado

introduciendo términos nuevos que describen con mayor capacidad argumentativa el movimiento de los cuerpos.

Ahora bien, se entiende este momento abre el nivel de las cantidades, esto porque, el tubo de Mikola ahora es aquel instrumento que a partir de la comparación de diferentes velocidades entre burbujas permite un establecimiento de una medida cuantitativa y experimental que indique qué tan rápido se está moviendo la burbuja dentro del tubo. Es de aclarar que, aunque siguen existiendo cualidades sensoriales, lo que se plantea en esta actividad es avanzar en un nivel de organización del conocimiento sobre el movimiento de los cuerpos más elaborado, donde, la actividad sensorial y la actividad experimental aporten herramientas experienciales y argumentativas a los estudiantes que les permita ampliar su campo de conocimiento sobre la temática en cuestión.

Finalmente, establecer una transición entre lo cualitativo a lo cuantitativo corresponderá con una característica esencial del experimento como generador de conocimiento y que actúa como base fundamental para la comprensión del movimiento, que a su vez. posibilita la organización de la experiencia sensible generando una transición de la rapidez como cualidad a la velocidad como magnitud. En este sentido, el tercer momento a trabajar busca la relación que hay entre el espacio recorrido en una cierta unidad de tiempo para determinar la velocidad con la que se mueve un cuerpo.

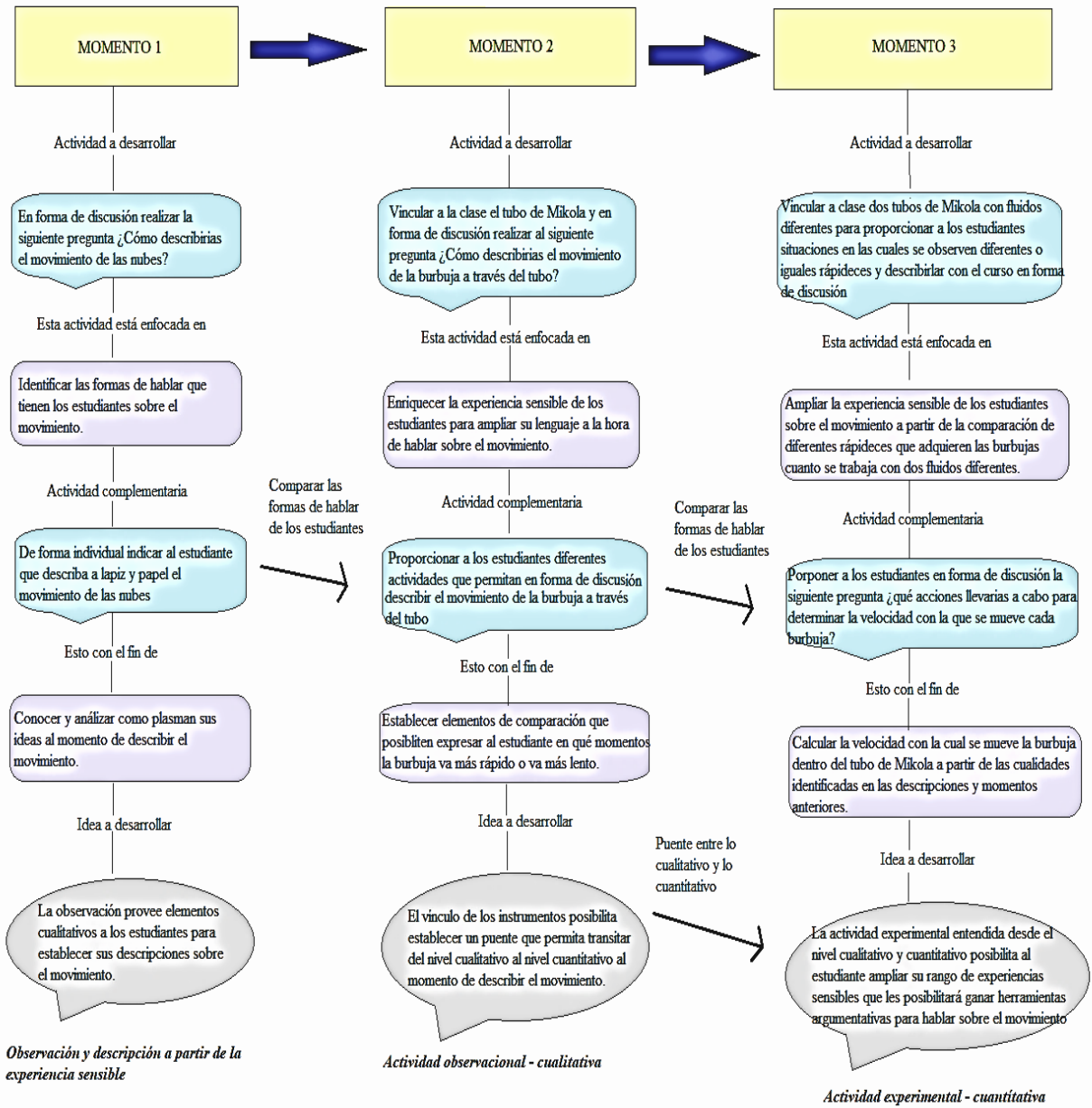
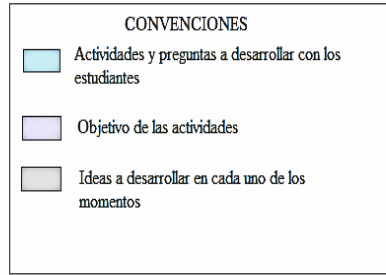
Para ello, se llevarán a cabo dos actividades para realizar nuevamente en forma de discusión con los participantes del grupo. La primera actividad consistirá en la observación y comparación de las diferentes rapideces que adquieren dos burbujas cuando se mueven en dos tubos colocados en un mismo ángulo y compuestos de agua y jabón. Para esta actividad se realizarán las siguientes preguntas.

- Describe cómo fueron las rapideces de las burbujas en el agua y en el jabón durante todo el trayecto.
- ¿Qué acciones tendrías que realizar sobre los tubos para hacer que las dos burbujas lleguen a tiempo?
- ¿Cómo describirías el comportamiento de las rapideces de las burbujas para esta situación?

La segunda actividad, tendrá como fin encontrar con los estudiantes una forma experimental en la cual se pueda determinar la velocidad con la que se mueve cada una de las burbujas. Para ello, se dará participación completa a los estudiantes para que propongan una manera en la cual a partir del uso del tubo de Mikola determinen experimentalmente la velocidad de cada una de las burbujas. Para esta actividad se realizarán las siguientes preguntas.

- ¿Qué acciones llevarías a cabo para determinar la velocidad con la que se mueve cada burbuja?
- A partir de la competencia entre burbujas ¿Cuál ha ido más rápido? ¿por qué?

Los anteriores momentos se representan a continuación en el esquema número 1.



Esquema 1: Procesos a desarrollar en la propuesta de enseñanza. Elaboración propia

3.4 Actividades de enseñanza realizadas para la introducción al movimiento de los cuerpos

Con el objetivo de establecer una propuesta de enseñanza sobre el movimiento de los cuerpos, hasta el momento se han discutido tres momentos que se llevaran al aula de forma virtual debido al contexto actual en el que se encuentra la población mundial. Ahora bien, en la organización final de la propuesta de enseñanza se propone dos actividades adicionales que se pueden llevar a cabo cuando se retome la presencialidad, a saber, el primero sobre la construcción del tubo de Mikola y el segundo sobre la organización de las cualidades del movimiento.

Cada una de estas actividades tienen un tiempo de duración de 90 minutos por sesión, puesto que, estas pensadas para realizarse en forma de discusión grupal y de forma experimental y cuya duración por sesión de clase abarca un tiempo aproximado de una hora y 30 minutos. Además de lo anterior, se tuvo en cuenta las necesidades de conocimiento que presentaban los estudiantes de grado sexto del Instituto Henao y Arrubla, pues bajo este contexto, esta propuesta se formaliza con fines pedagógicos para la enseñanza del movimiento. A su vez, bajo la modalidad educativa de enseñanza virtual por motivos del Covid-19 esta propuesta se adecuó para que su implementación fuera a distancia, por lo que, las actividades que se describirán a continuación se proponen para la enseñanza del movimiento en forma presencial.

3.4.1 Actividad 1: Utilizando los sentidos para describir el movimiento

De acuerdo con lo abordado en los párrafos anteriores, las experiencias sensibles de los estudiantes con su entorno son un pilar que constituyen un primer nivel de organización del conocimiento que permite entender cómo funciona el mundo físico. Específicamente hablando en el mundo del movimiento de los cuerpos, las situaciones como; correr más rápido en un juego de escondidas, moverse más lento en lugares muy concurridos o mantenerse quieto en una parada de semáforo, corresponden con este primer proceso de conocimiento sobre el movimiento.

En este sentido, la primera actividad tiene como propósito conocer las concepciones previas que tienen los estudiantes respecto al movimiento de los cuerpos, ya que, este primer proceso posibilita conocer al maestro cuáles son los criterios que utilizan los estudiantes para describir el movimiento. Para ello, esta primera actividad se puede realizar de dos formas posibles; la primera, como se ha venido discutiendo en la cual se reproduce un video sobre un evento físico que

posibilite elementos para la descripción del movimiento, o en su defecto, bajo una modalidad presencial en la cual se logre trabajar en un ambiente externo al aula de clase que posibilite al estudiante realizar sus descripciones.

Si bien, aunque en la presente actividad se propone la descripción del movimiento de las nubes, se entiende que cualquier actividad de descripción experiencial es posible realizar con los estudiantes, puesto que, como se ha enmarcado anteriormente cada uno de ellos posee un conocimiento alternativo que les posibilita hablar desde su experiencia sobre el movimiento. En este sentido, se propone que el desarrollo de esta actividad se realice en un ambiente libre donde se observen varios objetos con tal de describir su movimiento y así propiciar la entrada de varios elementos que amplíen discusión, esto porque, enriquecería aún más la posibilidad de que cada estudiante describa lo que ve, escuche al otro y así mediante el intercambio de ideas se construya conocimiento o se afiancen o cambien sus ideas.

A su vez, el rol del docente debe estar enfocado en priorizar y mediar las discusiones que vayan surgiendo a medida que van apareciendo más elementos de descripción, proporcionando preguntas o situaciones que amplíen los relatos de los estudiantes. También, se debe estar continuamente reflexionando sobre el lenguaje que suelen utilizar los estudiantes al momento de su participación en la clase, pues es a partir de allí que se orientaran los objetivos para solucionar las respectivas necesidades educativas sobre la enseñanza del movimiento. Para ello, se propone que después de la discusión se recoja en un escrito o un dibujo que responda la pregunta inicialmente planteada para la clase.

La finalidad del escrito o el dibujo también consiste en contrastar que nuevas descripciones pueden surgir a la hora de plantear sus ideas en lápiz y papel. A su vez, este trabajo escrito se convierte en una fuente de análisis de aquellos estudiantes que no tengan mucha participación, puesto que, la idea de esta primera actividad está enfocada en conocer todas aquellas formas de hablar o de expresarse que tiene un estudiante a la hora de describir el movimiento de un objeto en particular que se encuentre en su alrededor.

3.4.2 Actividad 2: El movimiento y la burbuja

Con el fin de centrar la atención sobre las cualidades del movimiento y a su vez ampliar las formas en las cuales se pueda hablar sobre esta misma temática, se organiza esta segunda actividad cuya

característica principal consiste en llevar al aula un instrumento que le posibilite al estudiante interactuar con una burbuja para describir su movimiento. En este sentido, el Tubo de Mikola toma importancia a la hora de ampliar las posibilidades de descripción, puesto que, la interacción se produce a partir de un instrumento compuesto por sustancias fluidas, elementos cuyo movimiento no equipara de la misma forma que los objetos sólidos.

Sin embargo, con la modalidad de enseñanza virtual no se logró realizar la presente actividad con los estudiantes, debido a que, la construcción del tubo requiere de cierta supervisión de un adulto y de ciertos materiales que al ser solicitados su valor asciende a un valor mínimo aproximado de \$10.000 COP por cada tubo, por lo que, se decidió desistir esta actividad y construir por parte del docente los tubos para llevarlos al aula virtual y así desarrollar las actividades con los estudiantes. Sin embargo, se sugiere realizar la actividad de construcción del tubo de Mikola puesto que este proceso aporta conocimientos sensoriales a los estudiantes sobre el funcionamiento del tubo, las características de las sustancias utilizadas, la capacidad de solución de problemas que surjan en la construcción de este instrumento, entre otros.

Para esta actividad, se sugiere repartir el curso en grupos de estudiantes de tal manera que cada grupo este compuesto por la misma cantidad de estudiantes y así poder distribuir entre cada miembro los materiales solicitados para la construcción del tubo. Para ello, se necesitan los siguientes materiales: una manguera incolora de 1 metro preferiblemente de una pulgada, un palo de balsa cuya medida sea similar al largo de la manguera, una barra grande de plastilina, un litro de dos sustancias líquidas de diferentes densidades y silicona caliente.

Para la construcción del tubo, inicialmente se ubica la manguera encima de una de las caras del palo de balsa al cual se le colocará silicona de tal manera que estos dos materiales queden bien sujetos. Posteriormente, en uno de los extremos de la manguera se coloca suficiente plastilina con el fin de que al momento de agregar el líquido no haya filtración alguna, para dar más fijación, se recomienda recubrir con silicona la superficie del tubo sellado. Después de dejar secar por lo menos 5 minutos, se agrega el líquido dentro de la manguera hasta dejar unos ocho centímetros antes del llenado completo. Nuevamente, se sella ese extremo con plastilina y silicona y se comprueba que no haya alguna fuga del líquido. Si hay la presencia de alguna, se recomienda retirar toda la plastilina y recubrir de nuevo.

Finalizada la construcción del tubo, se propone que los grupos de estudiantes interactúen con este instrumento con el fin de animar posteriormente la discusión con las preguntas propuestas para el segundo momento. En este sentido, el propósito de la actividad con los estudiantes consiste en la ampliación de la experiencia sensible sobre el movimiento a partir del uso del tubo de Mikola para la identificación de cualidades o variables que permitan ampliar el lenguaje de los estudiantes.

Para ello, se sugiere que coloquen el tubo en varios ángulos de inclinación y describan cómo va cambiando la rapidez de la burbuja a medida que está va subiendo, o, realizar una competencia entre cada uno de los tubos creados por los grupos con el fin de mirar qué burbuja llega primero y buscar con los estudiantes el porqué de la situación. Lo importante después de construido el tubo es la interacción, ya que, esto da herramientas para la discusión posterior a su uso.

Ahora bien, aunque las preguntas y situaciones se consideran importantes de discutir con el grupo porque centran la atención en la descripción que tienen los estudiantes sobre el movimiento de la burbuja, no son las únicas que orientaran propiamente toda la actividad, sino que, en la forma en la que se desarrolle la clase y vayan surgiendo más situaciones a debatir se priorizaran esta forma de discusión, dado que, esto alimenta propiamente el entendimiento y las formas de hablar de los estudiantes sobre el movimiento de la burbuja. Finalmente, después de la interacción con el tubo de Mikola y la discusión es pertinente dar un espacio para que les estudiantes respondan a lápiz y papel las preguntas propuestas para este momento de la actividad.

3.4.3 Actividad 3: ¿Cómo calculamos la velocidad con la que se mueve un objeto?

Habiendo introducido el tubo de Mikola como aquel instrumento que posibilita identificar cualidades para describir el movimiento de una burbuja, esta tercera actividad, está orientada en que los estudiantes determinen la velocidad con la que se mueven cada burbuja a partir de la comparación entre sus rapideces. En este sentido, para esta sesión se plantea la construcción de un nuevo tubo de Mikola, cuya sustancia debe poseer una densidad diferente a la del tubo anterior. Al igual que la actividad anterior, la interacción con los tubos es de gran importancia porque en este punto la comparación de las rapideces de los tubos permite al estudiante buscar formas de explicar por qué una burbuja se mueve más rápido que la otra, elementos importantes para animar la discusión con el grupo.

Después de haber realizado la primera discusión correspondiente a la primera actividad del tercer momento y de haber tomado registro de las respuestas de los estudiantes, se planteará en forma de reto la siguiente pregunta: ¿Qué acciones llevarías a cabo para determinar la velocidad con la que se mueve cada burbuja? El objetivo final de esta pregunta es en primer lugar conocer que acciones describen y ejecutan sobre el tubo para calcular la velocidad de movimiento de cada burbuja. A su vez, también posibilita conocer que estrategias matemáticas modelan ellos para proporcionar un valor numérico que dé cuenta de la velocidad de movimiento.

Finalmente, se plantea como cierre completo de la actividad una socialización final en la cual se discuta el procedimiento realizado por los grupos de estudiantes y se comparen las diferentes formas de expresión que surjan a la luz del cálculo de la velocidad de las burbujas, al igual que en las actividades anteriores, se recogerán los escritos hechos por los estudiantes. También, se plantea que el docente realice un cierre de la sesión enfocando la atención sobre el movimiento y sus diferentes formas de organización en la vida cotidiana y la importancia que presenta en el estudio de la física.

4. SISTEMATIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA INSTITUCIÓN

En el presente capítulo, se presentan las características que tuvieron cada una de las sesiones en las que se llevaron a cabo las actividades con los estudiantes. Además, se presenta el trabajo hecho por ellos mismos, sus comprensiones y dificultades que tuvieron alrededor de la puesta en marcha de las actividades enfocadas sobre la enseñanza del movimiento. En este sentido, el presente apartado se divide en dos secciones; en la primera, se presenta una descripción general sobre las características que enmarcaron cada una de las sesiones, en la segunda, se describe el trabajo realizado por los estudiantes haciendo énfasis en sus descripciones realizadas, el lenguaje utilizado, las dificultades que se tuvieron y las reflexiones de fondo que enmarcan la presente propuesta de enseñanza.

4.1 El rol de la sistematización en la experiencia en el aula

Con el propósito de reconstruir aquellos momentos vividos en cada una de las sesiones trabajadas, nace la necesidad de interpretar los hechos o acciones que enmarcaron el desarrollo de las actividades, con el fin de comprender y explicar los aspectos, situaciones y preguntas que surgieron en la experiencia y su fundamento a partir del análisis entre la experiencia sensible de los estudiantes y las reflexiones conceptuales y didácticas abordadas en los capítulos anteriores.

Así, se entiende que la sistematización en el presente trabajo es considerado como un proceso que permite recuperar y poner en contexto los diversos aspectos vividos que surgen en la implementación de una propuesta de aula, que, al relacionar estos mismos con los componentes teórico - prácticos permite la interpretación y la explicación de los componentes lógicos, de las situaciones abordadas y de las preguntas surgidas, permitiendo la comunicación de la experiencia y el intercambio de saberes educativos (Botero, 2001) (Velásquez, 2003).

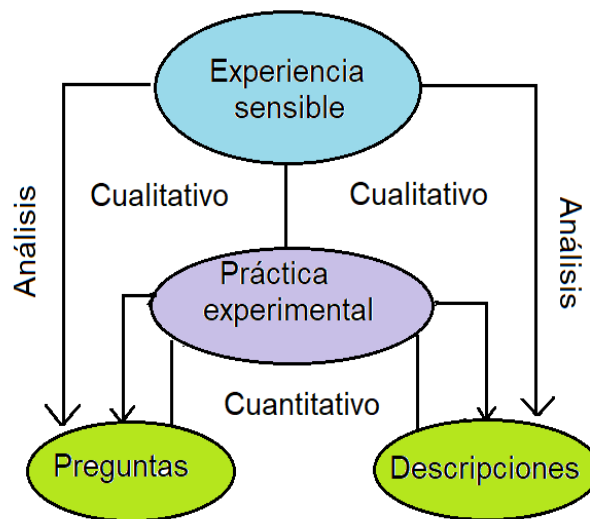
A partir de lo anterior, la sistematización de las actividades realizadas se fundamentará en tres ejes específicos, a saber, a) el lenguaje y la experiencia sensible, b) el lenguaje y la práctica experimental y c) el lenguaje la construcción de conocimiento. Cabe aclarar que acorde con los momentos con los que se estructuraron la actividad, los objetivos y la participación de los estudiantes, no todas las sesiones se analizarán de la misma forma, es decir y tomando como

ejemplo la primera sesión, en ésta no se realizó ninguna experiencia práctica, por lo que, el segundo eje no tendría lugar en este momento.

En este sentido, el primer eje de sistematización consiste en el análisis desde el nivel de organización del conocimiento cualitativo sobre las descripciones y/o preguntas que surjan de los estudiantes, a partir de situaciones que enmarquen el uso de la experiencia sensible para realizar sus descripciones sobre el movimiento.

Por su parte, el segundo eje consistirá en el análisis del lenguaje que utilizan los estudiantes para realizar sus descripciones cuando es utilizado el tubo de Mikola en la práctica experimental. Para ello, se traerán elementos de análisis desde el nivel de organización del conocimiento cualitativo y cuantitativo, así como también elementos del rol que desempeña experimentalmente el tubo de Mikola en la ampliación del conocimiento en los estudiantes en la descripción del movimiento de las burbujas.

Finalmente, en el tercer eje de sistematización se analizará los ambientes de discusión propuestos en cada una de las sesiones realizadas, con el fin de poner en contexto lo discutido en clase y analizar el resultado general de las descripciones, preguntas y ejemplos propuestos por los estudiantes en las diferentes sesiones. Para lograr lo anterior, se realizará el análisis de aquellas situaciones en las cuales la descripción del movimiento sea enriquecedora en términos de ejemplos, preguntas o descripciones que ampliaron la discusión entre los estudiantes. Lo anteriormente expuesto se visualiza en el esquema 2.



Esquema 2: proceso de sistematización. Fuente propia

Ahora bien, para el desarrollo de las actividades descritas en el capítulo anterior se necesitó tres sesiones que se realizaron de forma virtual³, cada sesión tuvo un tiempo aproximado de duración de una hora y treinta minutos, en las cuales, la primera actividad tomó un tiempo aproximado de 45 minutos, mientras que, la segunda y tercera actividad requirieron de 90 minutos de duración. Los estudiantes con que se realizó la actividad fueron del curso 6A con un total de asistencia máximo de 12 participantes en un grupo total de 20 personas.

Generalmente, cada sesión se trabajó de manera sincrónica por la plataforma zoom. Éstas se caracterizaron por: a) plantear los objetivos a trabajar para la clase, b) proponer las situaciones y las preguntas orientadoras para la clase, c) propiciar por parte del docente los espacios de discusión en los cuales los estudiantes tomaban participación respecto a las descripciones, comentarios, preguntas y debates que ellos mismos proponían y que alimentaban el desarrollo de la clase y d) concluir la sesión a partir de un escrito hecho por los estudiantes en el cual se enmarquen las preguntas orientadoras para cada uno de los momentos desarrollados.

Hay que aclarar que para cada sesión se presentó un video (visible en <https://youtu.be/rnA-Gr1Tj1s>)) concerniente a las actividades propuestas en los momentos dos y tres, esto porque, la participación de los estudiantes estuvo en un rango aproximado del 50% al 60%, por esta razón, se determinó desarrollar la presentación de un mismo video para todo el grupo, con el fin de que los estudiantes ausentes tuviesen la posibilidad de observar las actividades desarrolladas en clase, mientras que, con los estudiantes presentes se logró desarrollar las preguntas allí propuestas que fomentaron los espacios de discusión.

A continuación, se presentan las descripciones alrededor de cada una de las sesiones desarrolladas.

4.2 Interpretación actividad 1: Usando los sentidos para describir el movimiento

En esta sesión, se realizó la primera actividad en la cual la situación fundamental consistió en describir el movimiento de las nubes. Para ello, inicialmente el docente tomó como ejemplo la descripción del movimiento de un Ferrari en una competencia de autos, en la cual, dependiendo de las diferentes situaciones que se puedan presentar en una carrera el Ferrari podía ir lento cómo también podía ir muy rápido. Así, en un principio solo con pensar en un Ferrari los estudiantes

³ Debido al cumplimiento de la cuarentena impuesta por el gobierno local sobre la emergencia sanitaria del COVID-19.

presentan la idea de que estos autos generalmente en todas las situaciones se mueven muy rápido, puesto que, la experiencia que se tiene alrededor de estos autos parte del conocimiento sobre las altas velocidades con la que estos son promocionados y mostrados al público.

Ahora bien, ¿en qué momentos de una carrera un Ferrari puede ir más lento? Varias situaciones surgieron al momento de responder a esta pregunta, tales como, “*que en las curvas el auto tendría que ir un poco más lento*”, “*en un choque el Ferrari terminará deteniéndose*” o “*al comienzo de la carrera todos los autos se mueven lento*”. A partir de esta primera situación planteada, se dieron herramientas a los estudiantes para describir el movimiento de los cuerpos a partir de diferentes situaciones que se puedan presentar, y que dichas situaciones, permiten describir en qué momentos los cuerpos se mueven rápido, en cuales lento y la descripción de su movimiento.

Habiendo terminado esta primera discusión inicial, se presentó a los estudiantes un video en el cual se mostraba el movimiento de las nubes durante un par de minutos. Después de haber sido terminada su proyección, se preguntó a los estudiantes ¿cómo describirán el movimiento de las nubes? Una vez hecha la pregunta, y propiciando el espacio para la discusión sus respuestas se centraron específicamente en; a) los efectos del viento circundante, b) la acción del calor del sol sobre las nubes, c) el movimiento de rotación de tierra y d) el observador y sus marcos de referencia (ver anexo 1).

Respecto a los efectos del viento circundante, los estudiantes describen que el movimiento de las nubes es variable, es decir, en los días en los que hace más calor las nubes se mueven más lento, mientras que, en los días en los cuales hace más viento éstas se mueven más rápido (ver imagen 7). Nótese bien que el grupo de estudiantes que promueven esta descripción asocian al calor como producto del movimiento lento de las nubes, puesto que, sugieren que la cantidad de viento circundante es el encargado de mover las nubes. Así, una interpretación de lo anterior nace en entender que los estudiantes asocian que el viento posee un efecto sobre el movimiento de las nubes que las hace mover más rápido o más lento, en función de la sensación climática y como ésta modifica la cantidad de viento circúndate, así, en los días soleados la cantidad de viento es mucho menor en comparación con los días menos soleados donde hace más viento.

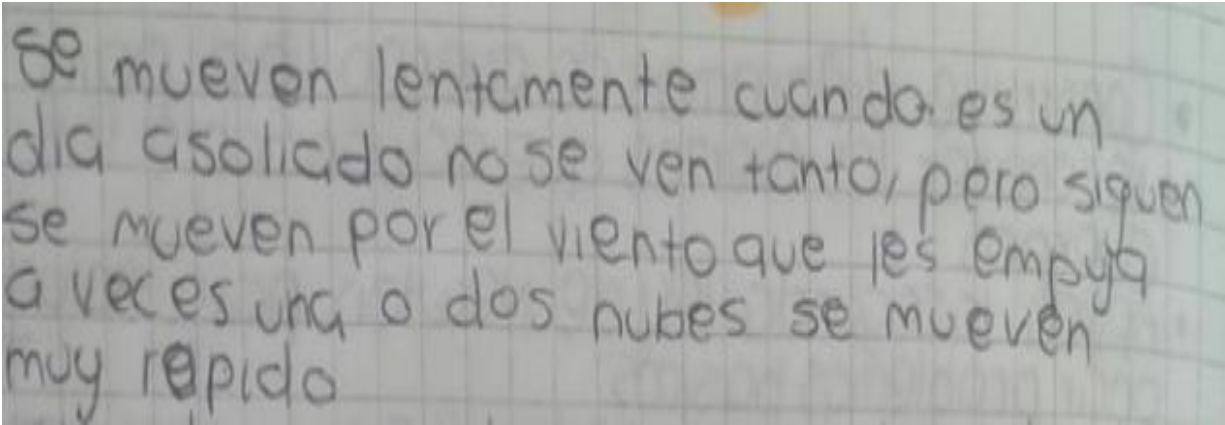


Imagen 7: Descripción del movimiento de las nubes según un estudiante del grupo.

A su vez, colocan de presente que la cantidad de nubes que hay en el cielo también es una causal de su movimiento rápido o lento, por lo que, se interpreta que entre menor cantidad de nubes el viento moverá a estas más rápido y viceversa. Si bien, se entiende que la descripción de los movimientos rápidos y lentos de las nubes y su respectiva explicación corresponden al uso de su experiencia sensible con la condición climática y con la cantidad de nubes, a razón de que el clima modifica la cantidad de viento circundante, es decir, entre más calor o soleado este el día se producirá menos viento y entre menos calor o menos soleado este el día más viento habrá, siendo este aire circundante y la cantidad de nubes lo que determine qué tan rápido o qué tan lento se muevan estas.

Por otra parte, la acción del calor del sol sobre las nubes toma un rol importante para otros estudiantes, puesto que, lo toman en cuenta al momento de describir si el movimiento es rápido o lento, esto porque describen el proceso de “*evaporación*” y de “*absorción*” del agua por parte del sol, que produce que las nubes pierdan su peso u ocupen otro lugar produciendo un movimiento variable en la rapidez con la que estas se mueven. Así, mientras para algunos estudiantes perder peso implica para una nube ir más lento y viceversa, otros plantean, que la evaporación posibilita la formación de nuevas nubes que van empujando a las demás ocupando un nuevo espacio (ver imagen 8).

Esta segunda categorización se pone de presente unos recursos experienciales alrededor de la transformación que presentan las sustancias cuando son calentadas y que los estudiantes utilizan para describir el movimiento de las nubes. Sin embargo, su interés principal se centró en responder

a la causa que produce el movimiento de estas, más no en describir en qué situación el movimiento es rápido o lento, puesto que la única descripción que se tiene consistió en que la pérdida del peso hace que la nube se mueva más lento (ver anexo 1).

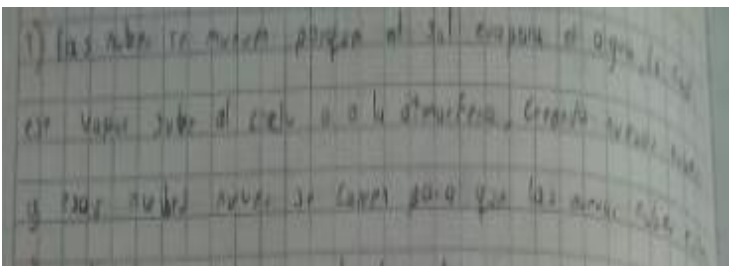


Imagen 8: Descripción sobre el movimiento de las nubes según un estudiante

“Las nubes se mueven porque el sol evapora el agua, la cual ese vapor sube al cielo o a la atmosfera, creando nuevas nubes y esas nubes se corren para que las nuevas nubes estén”.

Transcripción escrita de la descripción del estudiante sobre el movimiento de las nubes

Bajo estos elementos descritos anteriormente, se logra interpretar que el espacio que ocupa o que podría ocupar un cuerpo y la acción de algún efecto físico como la evaporación y la absorción son causales para que exista el movimiento. En este sentido, la causa acción-efecto concierne en la posibilidad de entender que el movimiento puede ser producto de una serie de acciones que producen efectos visibles como el desplazamiento entre cuerpos que intentan ocupar un mismo espacio determinado, por lo que, el entendimiento de los cuerpos en el espacio también es una característica que los estudiantes utilizan para describir las causas que generan el movimiento.

Por otra parte, otros estudiantes plantearon que el movimiento de las nubes se debe principalmente al movimiento de la tierra, y que, sin importar cualquier condición climática éstas siempre se moverán con la misma velocidad, puesto que, la tierra nunca parará de girar. La única situación en la que las nubes se detendrían sería que la tierra parase por completo su movimiento (ver imagen 9). Bajo esta descripción solo se entiende que las nubes siempre se mueven con la misma velocidad, claro está, que se desconoce algún valor numérico en específico o si el movimiento es rápido o lento o en qué dirección se produce este mismo.

Ahora bien, una posible interpretación nace en entender que el estudiante pone de presente su conocimiento sobre el movimiento de rotación de la tierra y lo asocia como la causa que genera que las nubes adquieran la misma velocidad con la que rota la tierra, por lo que, se entendería que existe una igualdad entre la velocidad con la que se mueve la tierra y la velocidad con la que se mueven las nubes. En este sentido, podría entenderse que el uso de la palabra “velocidad”

corresponderá con un término alternativo en el que la velocidad y la fuerza son dos conceptos similares.

1. va a la misma velocidad siempre, no importa que hayan rayos ni nada de eso ya que lo genera el movimiento es la tierra si la tierra parara de girar no se moverían las nubes

imagen 9: Descripción del movimiento de las nubes según un estudiante

Otra posible interpretación a esta última descripción se enmarca en entender el movimiento relativo al observador, en el que el estudiante pone su punto de vista en dos momentos diferentes, el primero, la tierra en movimiento, y el segundo, la tierra en reposo. Bajo estas condiciones, se asocia al movimiento de las nubes como constante siempre y cuando la tierra siga moviéndose bajo la manera como él la concibe, descartando toda condición climática interna. Mientras que, bajo la suposición de que la tierra se detiene el movimiento de las nubes cesaría, posiblemente porque no hay una acción que genere movimiento alguno, a razón de que quizá, todo el sistema está quieto en general.

Finalmente, otro elemento importante que enmarcó la discusión de la presente actividad consistió en la descripción del movimiento de las nubes visto desde el observador mismo, es decir, que las nubes se mueven por todos los puntos cardinales y depende en la dirección en la que el viento las impulse o en la dirección en la que nosotros nos movamos. Respecto a la rapidez de las nubes, los estudiantes que plantean esta posición la consideran como similar al movimiento del vapor de agua cuya rapidez es descrita a partir del término despacio (ver imagen 10).

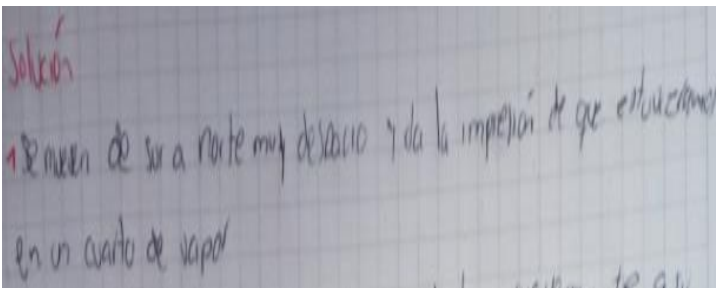


Imagen 10: Descripción de movimiento de las nubes por parte de un estudiante

“Se mueven de sur a norte muy despacio y da la impresión de que estamos en un cuarto de vapor”

Transcripción literal de la respuesta de un estudiante sobre la descripción del movimiento de las nubes

Sobre la base de esta última discusión, se pone de presente que para hablar del movimiento de las nubes es necesario denotar un marco de referencia y un observador que indique hacia donde se da la dirección del movimiento. En efecto, esta descripción corresponde con una organización observacional del movimiento, que, en otras palabras, corresponde con una imagen propia e inicial que el estudiante ha organizado a partir de su experiencia y que asocia a la descripción sobre el movimiento de las nubes tomándola como similar al vapor de agua.

En este sentido, se encontró que los estudiantes a través de esta actividad exponen sus descripciones sobre el movimiento de las nubes basándose en su experiencia sensible a partir de los cambios de estado de las sustancias cuando son calentadas, de su conocimiento sobre el movimiento de rotación de la tierra y sobre su organización observacional, siendo este último, un nivel que enmarca una imagen propia e inicial del movimiento que sustentan a partir de la vinculación de marcos de referencia y de un observador. En efecto, estas consideraciones sitúan un proceso de organización del conocimiento desde un punto de vista cualitativo, puesto que no se relacionaron variables y mediciones que categorizarán una perspectiva cuantitativa de la velocidad, el desplazamiento o el tiempo de duración del movimiento.

A su vez, respecto a la rapidez de movimiento de las nubes utilizan palabras como; lento, rápido, despacio, quieto, detenido y cuyos términos corresponden con el primer nivel de organización del conocimiento cualitativo, siendo este, el proceso inicial desde la perspectiva griega que correspondió con la descripción sobre el movimiento de los cuerpos. De esta manera, se entiende los recursos iniciales que utilizamos las personas para realizar nuestras explicaciones se sustenta principalmente en el uso de nuestros sentidos, que, constituyen un primer nivel que nos posibilita conocer y describir los diferentes eventos físicos del entorno que nos rodea.

4.3 Interpretación actividad 2: El movimiento y la burbuja.

Para el análisis de la presente actividad, se tomará como relevante la siguiente organización: a) el análisis sobre el objetivo de la pregunta realizada, b) las respuestas y/o situaciones construidas por los estudiantes en la discusión analizada desde el primer y segundo eje mencionados anteriormente y c) las preguntas que surgieron durante la sesión de clase. Para ello, se transcriben ciertas partes importantes desarrolladas de la discusión realizada en la sesión y su respectivo

análisis correspondiente a la descripción del estudiante. Lo mismo se realizará con los escritos de los estudiantes los cuales también se analizarán como se ha venido haciendo en el apartado anterior

En esta sesión, se realizó la segunda actividad en la cual la situación fundamental consistió en describir el movimiento de una burbuja que asciende a través del tubo de Mikola para así transitar del nivel cualitativo al cuantitativo. De aquí que, la sistematización se oriente inicialmente en el eje del lenguaje y la experiencia sensible para pasar posteriormente al siguiente eje del lenguaje y la experiencia. Para ello, el docente tomó como ejemplos algunas descripciones discutidas en la sesión anterior sobre el movimiento de las nubes. Así, en un principio se nombró la idea del viento y la condición climática como causales de la variabilidad de la rapidez de las nubes y su posible relación con la dirección del movimiento bajo las coordenadas geográficas, esto con el fin, de ir aportando elementos de descripción que pudiesen utilizarse en la descripción del movimiento de la burbuja.

Posteriormente, se presentó el video a los estudiantes, correspondiente a la observación inicial del tubo de Mikola, y, seguidamente se reprodujo de nuevo para mirar el movimiento de la burbuja subiendo a través del tubo. Después de haber sido terminada su proyección, se preguntó a los estudiantes lo siguiente: *¿cómo describirían el movimiento de la burbuja a través del tubo?* La anterior pregunta se propone en relación con la observación de una situación práctica determinada, por lo que, para empezar a describir lo observado esta pregunta está orientada en la interacción entre el conocimiento que poseen los estudiantes con el conocimiento que posee el profesor, de tal manera que, lo que cada uno aprende es en cierta parte compartido con cada uno de los integrantes (Bargalló & Tort, 2006). En este sentido, esta pregunta nace a partir de la relación que hay entre el lenguaje y la experiencia como instrumento fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Así, una vez hecha la pregunta y propiciando el espacio para la discusión las descripciones que se encontraron se centraron en lo siguiente: a) la dirección de movimiento y b) a la cualidad de rapidez. Respecto a la dirección del movimiento de la burbuja, una de las descripciones cuyo mayor poder descriptivo tuvo porque recogió elementos anteriormente discutidos se muestra a continuación, (E corresponde a la intervención del estudiante y D a la intervención del docente)⁴:

⁴ Cada número asignado a la letra E corresponde para cada actividad al mismo estudiante.

D: ¿Cómo describirías [pregunta directa al estudiante] el movimiento de la burbuja a través del tubo?

E1: “yo diría que al moverlo hacia la derecha obviamente la cosita se va a mover hacia arriba... y si está a la izquierda se va a la derecha... es como un efecto al revés”.

D: O sea... Es como pensar un poco al contrario. Es como que si yo quiero que la burbuja vaya de izquierda a derecha necesitaría girar el tubo de derecha a izquierda. ¿es más o menos lo que estás diciendo?

E1: “Si señor”.

Sobre la base de esta descripción, se interpreta que el estudiante presta su atención en la manera en la cual se gira el tubo para describir que el movimiento de la burbuja se está dando de forma opuesta, porque describe este primer giro como aquella acción que hay que realizar sobre el tubo y cuyo efecto desencadena que la burbuja tome como movimiento la dirección opuesta, claro está, que su respuesta se centra específicamente en el desplazamiento de la burbuja a través del tubo, más no, si su movimiento es rápido o lento.

Otro elemento que aquí aparece tiene que ver con la dirección de ascenso de la burbuja, puesto que, el término que el estudiante utiliza “*hacia arriba*” indica que también tuvo en cuenta la dirección del movimiento de la burbuja respecto al tubo. A partir de lo anterior, se considera que la descripción realizada por el estudiante se encuentra en un nivel inicial de observación, esto porque, los términos que utiliza para describir el movimiento de la burbuja, tales como, “hacia la derecha o izquierda, hacia arriba, al revés” corresponden con un lenguaje que se centra en la cualidad de describir hacia donde se da el movimiento sin recurrir a otros términos que aporten más información sobre la rapidez o la velocidad de la burbuja.

Terminado este último diálogo, se propuso prestar la atención en la descripción de la rapidez de la burbuja, por lo que, varias respuestas surgieron al tiempo como se muestra a continuación.

D: Vamos a ver una vez más el movimiento de la burbuja y van a prestar la atención a la rapidez con la que se mueve... vamos a mirar cómo es la rapidez de la burbuja y cómo la describiríamos. (1)

E2: “Ni tan rápido ni tan lento”. (2)

E3: “*Velocidad normal*”. (3)

E4: “*Está como en el medio*” (4)

D: ¿Cómo describirías ese movimiento? (pregunta directa al estudiante E2) (5)

E2= “*Yo digo que eso fue medio rápido y medio lento*”. (6)

D= ¿Cuándo fue medio rápido y cuándo fue medio lento? (7)

E2= “*Fue medio rápido cuando la subió y cuando la bajó fue un poco más lento*”. (8)

E5= “*Profe yo tengo una... es que mira que no fue ni tan rápido ni tan lento porque todo el video estuvo haciendo eso y duro 8 segundos para un lado y para el otro*”. (9)

D: O sea ¿tú me dices que la burbuja fue siempre igual tanto cómo sube y cómo baja? (10)

E5: “*Si*”. (11)

Con el objetivo de indagar otra forma de entender a qué se referían con la descripción “medio lento y medio rápido” se encontró con lo siguiente.

D: ¿Cómo describirías este movimiento (proyectando nuevamente el video) de la rapidez de la burbuja? Pregunta directa el estudiante E6. (12)

E6: “*Es que... lo vi... medio rápido y medio lento... Yo lo vi igual, lo veo igual*”. (13)

D: O sea, no lo ves ni medio rápido ni medio lento, siempre lo ves igual. (14)

E6: “*Siempre va igual*”. (15)

A partir de lo anterior, se analizarán algunas líneas descritas por los estudiantes con el fin de buscar una posible interpretación a sus respectivas respuestas. Si bien, se iniciará con la comprensión inicial del término “medio rápido y medio lento” cuyas descripciones aparecen en las líneas 6, 8 y 13. Aquí, se aclara que esta descripción posee dos posibles significados: a) como una concepción opuesta entre lo rápido y lo lento y b) una condición intermedia entre la cualidad de ir rápido o lento.

Respecto a la interpretación de la línea 8, se entiende que esta descripción nace a partir de observar la burbuja y el tubo en movimiento. En efecto, se puede observar que para describir un solo

movimiento (el de la burbuja moviéndose a través del tubo) el estudiante tuvo que desglosar este movimiento en dos momentos, el primero, cuando la burbuja sube, y el segundo, cuando la burbuja baja. Al primer momento le asoció una correspondiente cualidad de movimiento, es decir, rápido, mientras que, al segundo momento le asoció la cualidad opuesta, en otras palabras, lento.

En este sentido, se observa que esta primera descripción se puede interpretar que la rapidez sólo puede dar cuenta de movimientos rápidos y movimientos lentos, en el cual, estos dos términos determinan movimientos opuestos, aun así, cuando el movimiento de la burbuja es continuo en su trayecto. Esta descripción, corresponde en cierto sentido con la concepción que poseían los griegos en la descripción de los movimientos naturales y forzados, en los cuales, estos movimientos eran considerados como opuestos tanto es sus cualidades como en sus descripciones.

Regresando con este mismo término, pero ahora prestando la atención específicamente en la línea 13, se interpreta que aquí la perspectiva tiene un sentido diferente, es decir, que “medió rápido y medio lento” corresponde con una descripción que representa una rapidez intermedia, pero que al estudiante no tener una palabra en su lenguaje que describa esta rapidez, se ve en la necesidad de buscar otros términos que representen lo que desean expresar. En este sentido, se piensa que concebir elementos cualitativos para la descripción de eventos físicos relacionados con el movimiento se quedan cortos en los procesos de descripción llevando a las personas a utilizar otros términos de su experiencia para realizar sus respectivas descripciones.

Ahora bien, si se observa la línea 2 se encuentra un caso similar un poco más claro en el que “ni tan rápido ni tal lento” corresponde con otra expresión para denotar un punto intermedio en la rapidez con la que se mueve la burbuja e igualmente vuelve a aparecer esta interpretación en la línea 4. A partir de lo anterior, se entiende que aunque la experiencia sensible de los estudiantes aporta elementos importantes en la descripción de los eventos físicos relacionados al movimiento presentes en su entorno, su lenguaje no es suficiente para describir las diferentes situaciones que se pueden presentar, puesto que, como se acaba de mostrar representar una rapidez intermedia mediante el lenguaje resulta un poco complicado de describir.

Si centramos la atención en la línea 9, se observa un elemento adicional que hasta el momento no se había tenido del todo en cuenta. El estudiante, establece un proceso de comparación entre la duración del video con la rapidez de la burbuja, en la cual, la rapidez es la misma porque el video posee un tiempo de duración de 8 segundos y asocia esta información con el movimiento de ida y

vuelta, el cual, iguala el tiempo que se demoró en ir con el tiempo en que se demoró en volver al mismo punto para establecer una rapidez igual. Este proceso de comparación configura con una idea del movimiento que vincula variables como el tiempo que aporta elementos para la configuración de una descripción continua del movimiento de la burbuja.

Finalmente, esta primera actividad pone de presente la necesidad de establecer elementos que lleven a la construcción de una magnitud continua de la rapidez y que apueste a la expresión del lenguaje oral, escrito o en forma gráfica, y el cual, abra la posibilidad de ampliar el conocimiento de los estudiantes para generar una organización un poco más estructurada de éste que posibilite describir en términos específicos y concretos la expresión de “rapidez intermedia”.

Habiendo culminado esta primera discusión se procedió a realizar la siguiente pregunta: ¿Qué crees que pasaría con la rapidez de la burbuja si la inclinación del tubo es cada vez mayor? La anterior pregunta se propone en relación con la predicción de una situación práctica determinada, de aquí que, se espera que esta pregunta permita desarrollar la discusión alrededor de las siguientes características propuestas por (Bargalló & Tort, 2006), a saber; a) *focalizar la temática* alrededor de la descripción de la rapidez de la burbuja, b) *que sea dinámica*, es decir, que establezca una interacción entre los participantes con el tubo de Mikola para la descripción de varios puntos de vista y c) *que sea integradora*, en la cual se vinculen los conocimientos de los estudiantes con su capacidad descriptiva sobre la temática en cuestión.

Así, una vez hecha la pregunta y propiciando el espacio para la discusión entre los estudiantes y el profesor, las descripciones se centraron en lo siguiente: a) sobre la acción de la gravedad en las sustancias, b) sobre las características de los fluidos (ver anexo1).

Respecto al primer grupo de estudiantes, ellos describieron que la burbuja se moverá más rápido (o su velocidad es mayor) porque al estar el tubo más inclinado la “*burbuja*” adquiere una mayor gravedad haciendo que ésta se mueva más rápido (ver imagen 11). Para la anterior respuesta, se señala la palabra *burbuja* porque, aunque los estudiantes no la mencionan explícitamente en sus descripciones, se interpreta que están hablando de su movimiento. Sin embargo, pareciera que ellos estuvieran describiendo el movimiento del agua, esto porque, la burbuja en ningún momento cae, es decir, siempre está ascendiendo por el tubo debido a la caída del agua que la desplaza hacia arriba. En este sentido, se entiende que la acción de inclinar el tubo en ángulos cada vez mayores genera que el agua caiga más rápido haciendo que como consecuencia la burbuja suba más rápido.

Ahora bien, bajo esta pregunta aparece un término que los estudiantes mencionan y lo asocian como la causa que hace que la burbuja vaya más rápido o más lento, el cual, es la gravedad. Si bien, aunque el objetivo no es conocer el significado que posee esta palabra en sus descripciones sí es interesante poner de presente que ellos vinculan su conocimiento de una temática muy general -como la gravitación- para relacionarlo con esta temática en particular -sobre el movimiento de la burbuja -, siguiendo así, una lógica de pensamiento deductivo para describir sus predicciones.

es mayor su
velocidad porque es mayor inclinación es decir no es posible q vaya mas
lento porque es mayor su gravedad obviamente siendo mayor su gravedad
va a caer más rápido.

Imagen 11: Descripción del movimiento de la burbuja cuando la inclinación es mayor.

Por otra parte, hubo un pequeño grupo de estudiantes que coincidieron que la velocidad de la burbuja era más lenta, esto porque, al subir la burbuja en contra de la gravedad ésta iba a ir más lento (ver imagen 12). Bajo esta última respuesta, se entiende que, a diferencia de la anterior situación los estudiantes centran su atención en la burbuja y su movimiento en contra de la atracción gravitacional, por lo que, como consecuencia esta irá más lento. Bajo esta perspectiva, el rol que juega la acción de la gravedad terrestre presenta una característica similar a la posición anterior, es decir, modifica la rapidez de la burbuja solo que con la condición de que irá más lento.

3. Mas lenta por que si el tuvo esta hacia arriba va mas lento por la gravedad

Imagen 12: Explicación de un estudiante sobre la rapidez de la burbuja cuando la inclinación es menor

El segundo grupo de estudiantes describe que el movimiento de la burbuja se da respecto a su composición, es decir, al estar compuesta de aire esta sustancia trata de estar en la cima y con una inclinación mayor esta permite que su rapidez sea superior (ver imagen 13). Sobre la base de estas descripciones, se interpreta que los estudiantes acuden a su conocimiento sobre las características -quizás en la densidad- de los fluidos líquidos y gaseosos y establecen una organización que les permite ubicar en donde estará localizado cada uno. A su vez, a partir de este conocimiento general sobre el comportamiento del aire y del alcohol dentro del tubo de Mikola aparece una nueva visión para explicar inicialmente por qué la burbuja se mueve hacia arriba y no en dirección contraria.

Finalmente, relacionan que a mayor inclinación del tubo la burbuja tendrá una rapidez superior, quizá en comparación con ángulos más pequeños.

Bajo este contraste de ideas, se empieza a abrir una mirada hacia el campo de la comparación como aquel proceso que posibilita establecer criterios para modificar y predecir cómo será el comportamiento de una variable. Así, aunque la práctica propiamente experimental no la realizaron directamente los estudiantes la predicción sobre cómo cambia la rapidez de la burbuja cuando varía el ángulo de inclinación les permitió a utilizar sus propios recursos a la hora de describir el porqué de dichos cambios.

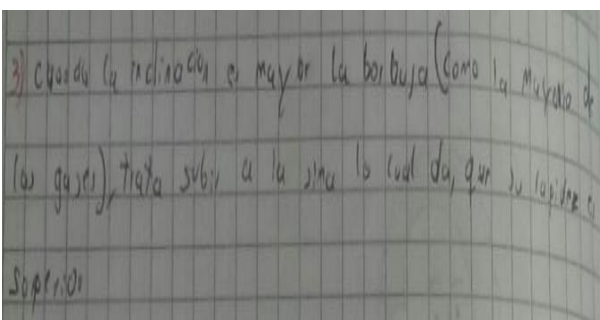


Imagen 13: Descripción de un estudiante sobre la rapidez de la burbuja.

“Cuando la inclinación es mayor la burbuja (como la mayoría de los gases), trata subir a la cima la cual da, que su rapidez es superior”.

Transcripción de la descripción del estudiante sobre el movimiento de la burbuja cuando la inclinación del tubo es mayor

A su vez, las anteriores descripciones empiezan a mostrar que los estudiantes requieren modificar su lenguaje debido al vínculo entre la experiencia sensible con los conocimientos generales y la actividad experimental que se plasman en las descripciones que presentan los estudiantes. A pesar de que aún se siguen presentando los términos de rápido y lento en sus escritos, éstos se relacionan con otros conocimientos que no provienen propiamente de la experiencia sensible, por ejemplo, “*va más rápido o lento por la gravedad*” o “*trata de subir a la cima por ser un gas*”, y que enriquecen su capacidad descriptiva al momento de establecer una explicación a un suceso físico.

Al finalizar la discusión, surgió una pregunta por parte del estudiante (E3), a saber, “*¿la burbuja dónde se quedaría si el palo se queda así, vertical?*” Si bien, esta pregunta se encuentra en el tercer eje de sistematización, puesto que surge a partir de la observación de un estudiante sobre el funcionamiento del tubo. La intención que se le dio a la pregunta se orientó en dos momentos, el primero consistió en la predicción de hacia dónde iba a quedar la burbuja, por lo cual, se formuló esta pregunta a los demás estudiantes y se realizó su respectiva discusión. En el segundo momento,

se realizó la comprobación práctica, por lo que, el docente mostró a los estudiantes participantes dónde quedaría la burbuja si el tubo de Mikola se coloca de forma vertical.

Respecto al primer momento, al realizar la pregunta para todos los estudiantes, algunos respondieron que la burbuja quedaba en el “*piso*” o “*abajo*” y otros estudiantes respondieron que “*arriba*”. Al conocer el porqué de sus predicciones uno de los diálogos más importantes fue el siguiente:

D: ¿Por qué crees que la burbuja quedaría en el piso? Pregunta directa al estudiante E7 (16)

E7: “*Porque las burbujas no se pueden quedar arriba porque se caen. Porque tienen peso, tienen masa*”. (17)

Interviene el estudiante E8 realizando la siguiente pregunta.

E8: “*profe ¿la burbuja es solo burbuja?*” (18)

D: Si, la burbuja es solo burbuja. (19)

E8= “*Entonces debe quedar arriba porque estas no caen*”. (20)

En concordancia con el análisis de la (línea 17), una posible interpretación a esto surge al entender que el estudiante relaciona de forma similar la manera en la que caen las sustancias sólidas y líquidas por el hecho de poseer “*peso*” y “*masa*”, con el movimiento que adquieren los fluidos gaseosos como el aire bajo estas mismas condiciones de caída. En efecto, aunque la burbuja posee su propia masa y peso se deja de lado la densidad de los fluidos interactuantes (agua-aire) como aquella condición que determina el movimiento y posición de cada una de estas sustancias. En este sentido, el estudiante utiliza sus recursos a partir de su experiencia con los objetos sólidos y líquidos para predecir que la burbuja tendrá el mismo comportamiento que estos.

Ahora bien, con la intervención del estudiante E8 (en la línea 18) solicitando conocer si la burbuja sólo era burbuja y dando respuesta afirmativa a ello, pareciera que para él esta información le permite establecer en dónde se ubicará la burbuja afirmando que estas últimas nunca caen (línea 19). Si bien, se podría inferir que el estudiante posee una experiencia sensible con el movimiento de las sustancias en estado gaseoso, claro está, que no describe otros términos que permitan establecer el por qué éstas no caen dado que tampoco da una descripción a la causa que hace que estas suban.

Con el ánimo de comprobar en qué lugar del tubo quedaría la burbuja el segundo momento de la sesión se orientó de forma práctica. Se hizo la demostración en vivo con los estudiantes presentes en clase a través de un video en clase sincrónica. Después de observar que la burbuja quedaba en la parte superior del tubo se realizó la siguiente pregunta a los estudiantes ¿por qué la burbuja queda arriba? A lo cual, respondieron que la gravedad y las cantidades de las sustancias son las causas que permite al agua y la burbuja moverse bajo una forma específica dentro del tubo, tal y como se muestra en una pequeña parte del siguiente diálogo.

D: ¿Por qué la burbuja queda arriba? Pregunta abierta a todos los estudiantes (21)

E2: *“Por la gravedad”* (22)

E3: *“Por la gravedad, esta hace que el agua caiga y como la burbuja pesa menos que el agua esta queda arriba”*. (23)

Respecto a la línea 23, se entiende que los estudiantes están viendo el movimiento de las dos sustancias dentro del tubo y asocian que el agua, al poseer un mayor peso, será afectada por la gravedad haciendo que esta caiga, mientras que la burbuja, al tener menos peso, no sea afectada, y quede en la parte superior del tubo. Consecuentemente, esta descripción corresponde, en cierta parte, con el principio de funcionamiento del tubo de Mikola, en el cual debe haber una diferencia en el volumen de las sustancias interactuantes para que este funcione.

En este sentido, los estudiantes mediante la experiencia práctica con este instrumento lograron:

- Describir el movimiento de la burbuja utilizando principalmente un lenguaje basado en su experiencia sensible
- Predecir la rapidez con la que se mueve la burbuja cuando el tubo de Mikola se inclina en ángulos mayores y proporcionar descripciones de las causas que modifican dicho cambio en la rapidez utilizando un lenguaje basado en la experiencia sensible y con el tubo.
- Los estudiantes plantearon preguntas que les permitió describir en cierta parte cómo funciona el tubo de Mikola, siendo esto, un proceso principal en la ampliación de su conocimiento tanto sensible como basado en la experiencia práctica.

4.4 Implementación actividad 3: ¿Cómo calculamos la rapidez con la que se mueve un objeto?

Para la sistematización de la presente actividad, se tomará la siguiente organización: a) el análisis sobre el objetivo y/o intención de las preguntas realizadas, b) las descripciones realizadas por los estudiantes y analizadas desde el primer y segundo eje de sistematización y c) las intervenciones que realizaron los estudiantes con el fin de encontrar la rapidez con la que se movieron cada una de las burbujas. Para ello, se transcriben y se recogen algunos pasajes significativos de la clase junto con su trabajo escrito que toma gran importancia a la hora de realizar las descripciones sobre el movimiento y sus operaciones matemáticas para el cálculo de la rapidez.

Así, en esta sesión se realizó la tercera actividad cuyo objetivo principal consistió en describir el movimiento de dos burbujas cuando los fluidos dentro del tubo eran diferentes, en uno alcohol y en otro jabón, y sobre ello, describir acciones que permitieran calcular las respectivas velocidades con las que se movía cada burbuja en cada tubo. Para ello, se organizó la clase pasando por tres momentos, a saber, el primero tuvo como fin describir desde la observación sobre cómo fueron las rapidezces de las burbujas; el segundo, se desarrolló a partir de describir qué acciones llevarían los estudiantes para generar que las burbujas lleguen a tiempo; y el tercero, consistió en calcular la rapidez de movimiento de la burbuja en un trabajo grupal de lápiz y papel que recogiera los resultados de los estudiantes (ver anexo 2).

Con el objetivo de desarrollar estos momentos, inicialmente se presentó a los estudiantes de la clase un video en el cual se mostraba el movimiento de dos burbujas, cada una en un tubo de Mikola, para que, en forma de discusión se pudiese identificar y describir los movimientos de las burbujas, para finalmente, describir qué variables posibilitarán a los estudiantes determinar qué tan rápido se mueven cada burbuja.

Después de haber terminado la proyección del video propuesto para la clase, se realizó la primera pregunta: ¿cómo describirías las rapidezces de las burbujas a través de cada tubo? La anterior pregunta, tiene como finalidad poner en contraste la observación de dos situaciones determinadas y que les permita a los estudiantes establecer comparaciones de movimiento que describan ciertas diferencias que puedan ser identificadas, contrastadas y expresadas para describir por qué se puede afirmar que una burbuja se mueve más rápido que la otra.

Una vez terminado el video y formulando la pregunta a los estudiantes se propició el espacio para la discusión sobre las descripciones en relación con las diferentes rapidezces de las burbujas, a lo cual, se encontró lo siguiente: a) debido a la composición o características de las sustancias y b)

debido al ángulo de inclinación. Como en una misma intervención se describieron estos elementos dichos por los estudiantes, a continuación, se realiza una transcripción sobre lo descrito por ellos mismos al pie de letra acorde con la discusión, con el fin, de llevar a cabo una línea secuencial del momento vivido en clase.

D = ¿Cómo describirías las rapidezces de las burbujas a través del tubo? (1)

E9 = “*Yo la vi lenta porque de pronto la espuma [del jabón] no lo deja subir*”. (2)

E7 = “*Porque de pronto el profesor dejó agua con jabón*”. (3) (al tiempo que (2))

D = Es solo jabón, no se agregó ni un poquito de agua. (4)

E9 = “*Ah... Entonces yo diría que por la cremosidad*”. (5)

E7 = “*Entonces así bajaría más rápido la de alcohol* (6)

E2 = “*Bajaría más rápido también por la inclinación... porque la inclinación del tubo de alcohol es mayor que la del jabón por eso es mucho más lento y ganó más rapidez que la del jabón*”. (7)

E9 = “*¿Está más inclinada la del jabón? yo la veo igual*”. (8)

E10 = “*Puede estar un poco más gelatinoso el jabón porque no puede pasar tan fluidamente*”. (9)

E9 = “*Por eso, la cremosidad del jabón*”. (10)

E6 = “*Profe ¿pero eso no depende del jabón que utilices?*”. (11)

D = ¿Por qué? (12)

E6 = “*Porque hay unos que son más espesos y otros que son más aguados*”. (13)

D = Pero si el jabón es más espeso ¿crees que la burbuja subiría más rápido o más lento? (14)

E6 = “*Más lento*” (15)

D = “*¿Y si el jabón es más aguado cómo crees que se mueve la burbuja?*” (16)

E6 = “*Más rápido*” (17)

D = Bien, entonces alguien a partir de todo lo que se ha dicho ¿cómo describiría entonces las rapidezces de las burbujas a través del tubo? (18)

E5 = *“Bueno, va más lento el del jabón porque el jabón es mucho más pesado que el alcohol y segundo es mucho más espeso que el alcohol ... entonces baja más lento y la burbuja tiene que hacer mucho más esfuerzo para subir. Pero el que va más rápido o sea el alcohol la burbuja baja más rápido más fluido haciendo que la burbuja vaya más rápido hacia arriba”*. (19)

Respecto a la anterior discusión, inicialmente se retomarán las líneas 5, 9, 13 y 19 porque en estas aparecen ciertos términos que caracterizan el agua y alcohol y que los estudiantes toman como referencia para describir por qué una burbuja va más rápido que la otra, estos son, “*cremosidad*”, “*gelatinoso*”, “*espeso - aguado*”. Si bien, se entiende que a lo largo de estas líneas estos términos poseen un significado diferente que pueden variar en relación con los conceptos de densidad y viscosidad.

Centrando la atención en los términos de “*cremosidad*” y “*gelatinoso*”, una posible interpretación nace al entender que quizá los estudiantes que los mencionaron lo están asociando con el término de viscosidad, puesto que, hacen referencia a la causa que genera que la burbuja tenga más dificultad para moverse. En este sentido, si un fluido es más cremoso o gelatinoso, su efecto sobre la burbuja determinaría si su movimiento es más rápido o lento y cuya descripción se afirma en las líneas 9 y 10 donde se menciona que el jabón al ser más gelatinoso la burbuja irá más lento que si por ejemplo se compara con la cremosidad del alcohol.

Respecto al término “*espeso – aguado*” abre la perspectiva de que el estudiantes esté posiblemente haciendo referencia al concepto de densidad, puesto que, aunque en las anteriores líneas se habían descrito otros términos diferentes, el estudiante acude a la necesidad de preguntar si lo aguado o lo espeso determina la rapidez con la que se mueve la burbuja. Así, quizá el estudiante esté haciendo referencia en poner de presente que la cantidad de sustancia diluida en un fluido es un factor que determinaría lo rápido o lo lento que se mueve la burbuja, afirmaciones que se verifican en las líneas 15 y 17.

Adicionalmente, la descripción final de estudiante en la línea 19 recoge algunos elementos anteriormente mencionados, sin embargo, agrega un término que aún no se había dicho, a saber,

“*pesado*”. Quizá, esta última palabra se pueda relacionar indirectamente con el concepto de densidad, puesto que, lo asocia al término “*espeso*”. Ahora bien, para explicar lo anterior se acude al siguiente razonamiento. Si se realiza una descripción cualitativa de la densidad se entendería que si una sustancia es más espesa se esperaría que esta tuviese una mayor densidad y teniendo en cuenta que los volúmenes que se llenaron en los tubos son casi similares, el tubo que está lleno de jabón es consecuentemente más pesado que el tubo que está lleno de alcohol.

Bajo las anteriores descripciones, algo similar que aparece es la cantidad de esfuerzo que tiene que hacer la burbuja para movilizarse dentro del tubo que determina si va rápido o lento. Así, los estudiantes caracterizan que debe haber algo en las sustancias que hace que los cuerpos adquieran diferentes rapidezces y lo asocian o asemejan a términos que forman parte de un lenguaje sensible, como los mencionados anteriormente, esto porque, como se muestra en la transcripción ningún estudiante utilizó la palabra densidad o viscosidad cuyos conceptos se fortalecen al desarrollar un trabajo teórico – experimental que va más allá de una simple actividad sensible.

Otra descripción que se dio dentro de esta misma discusión pero que no se prestó mucha atención fue la observación que hizo el estudiante en la línea 7, donde describe que el ángulo de inclinación también toma valor en las diferentes rapidezces de las burbujas. En esta descripción se observa que el estudiante asocia lo trabajado en la actividad 2, en la cual, la variación del ángulo es un factor que modifica la rapidez de la burbuja. Conociendo esto y bajo los parámetros de su observación él afirma que al estar el tubo de alcohol más inclinado que el tubo de jabón esto también determina que la burbuja gane más rapidez.

Sobre la base de entender el significado de lo que es “*ganar más rapidez*” quizás el estudiante esté haciendo referencia a que la burbuja de alcohol va más rápido que la de jabón, y no, que a medida que ésta va subiendo más rápido, puesto que, lo que intenta es realizar una comparación entre las rapidezces de las burbujas, dado que, en una parte de su descripción toma de referencia lo lento que va la burbuja de jabón para concluir que la burbuja de alcohol gana más rapidez.

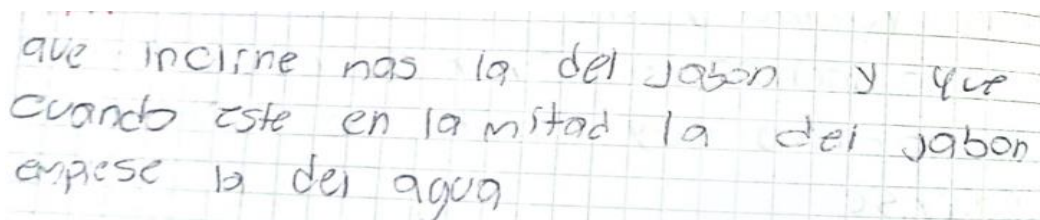
A partir de lo anterior, esta pregunta prevalece en el eje correspondiente al lenguaje y la experiencia sensible a razón de que las descripciones que realizan los estudiantes aún están sustentadas en términos cualitativos basados en el conocimiento sensible y la observación sobre las características que poseen las sustancias en movimiento. A su vez, los términos rápido y lento siguen siendo comúnmente utilizados para describir la rapidez de un objeto, sin embargo, los

estudiantes empiezan a establecer comparaciones de diferentes forma para describir situaciones en las cuales una burbuja va más rápido que la otra, incluso, tomando como referencia el momento vivido en la actividad 2 para traerlo a colación y dar una posible respuesta a su observación.

En este sentido, la práctica experimental es un elemento principal para empezar a relacionar algún tipo de vivencia con otra, en la cual, el lenguaje y la actividad experimental también empiezan a tomar cabida en la implementación de las actividades realizadas con los estudiantes, donde, las actividades no están desconectadas una de la otra, sino que, lo que se busca es retomar elementos anteriormente descritos que se puedan vincular en las actividades que se van desarrollando.

Habiendo culminado esta primera discusión, se pasó a discutir la segunda pregunta propuesta para la clase: ¿Qué acciones realizarían sobre el tubo para garantizar que las dos burbujas lleguen a tiempo? Sobre la base de esta pregunta se entiende que su intención estuvo orientada en encontrar relaciones causa – efecto entre los componentes del tubo de Mikola que permitiesen a los estudiantes establecer una posible solución para describir las acciones causales que tienen como efecto la llegada de las burbujas a tiempo. Así, una vez realizada la pregunta se encontraron las siguiente acciones: a) inclinar el tubo de jabón más que el del alcohol, b) quitar un poco de jabón y realizar una mezcla de jabón - alcohol e inclinar el tubo.

Respecto a la primera situación los estudiantes proponen que es necesario inclinar más el tubo de jabón y que a su vez en necesario esperar un tiempo adicional antes de que empiece a moverse la burbuja de alcohol (ver imagen 14). Sobre la base de esta descripción se interpreta que los estudiantes empiezan a tomar el tiempo como una variable que juega un rol importante a la hora de realizar algún tipo de acción sobre el tubo. Esto porque, se supone que la diferencia de tiempo un poco prolongada en la llegada de las burbujas de un extremo a otro debe suplirse con una inclinación mayor del tubo de jabón haciendo que esta burbuja vaya más rápido, pero además, una cierta espera adicional garantizaría su llegada al tiempo con la burbuja de alcohol.



que incline mas la del jabon y que cuando este en la mitad la del jabon empese la del agua

Imagen 14: Descripción de un estudiante sobre la llegada a tiempo de dos burbujas

Sobre esta primera descripción implícitamente surge la idea del tiempo como aquella variable que indica el momento en el cual puede empezarse a dar el movimiento de la burbuja de alcohol (aunque la estudiante colocó agua). En este sentido, cuando la burbuja de jabón se encuentra en el otro extremo y empieza su corrido de regreso a su punto inicial de partida se debe iniciar el movimiento de la burbuja de alcohol. Aquí también, se plantea entonces la idea de la posición utilizada como marco de referencia para describir cómo deben ser las acciones que hay que hacer sobre el tubo para que las burbujas lleguen a tiempo.

Por otra parte, para los estudiantes que establecieron realizar una mezcla entre las sustancias e inclinar el tubo, ellos describen que la acción inicial de mezclar jabón y alcohol determinaría que el jabón sea un poco más fluido y con una mayor inclinación garantizar que las rapidezces de las burbujas de los dos tubos vayan igual (ver imagen 15). Sobre la base de esta idea, nuevamente aparece la inclinación del tubo como aquella acción que modifica la rapidez con la que se mueven las burbujas, pero además, aparece la idea de fluidez como aquella característica que hace que las sustancias también se muevan más rápido o lento.

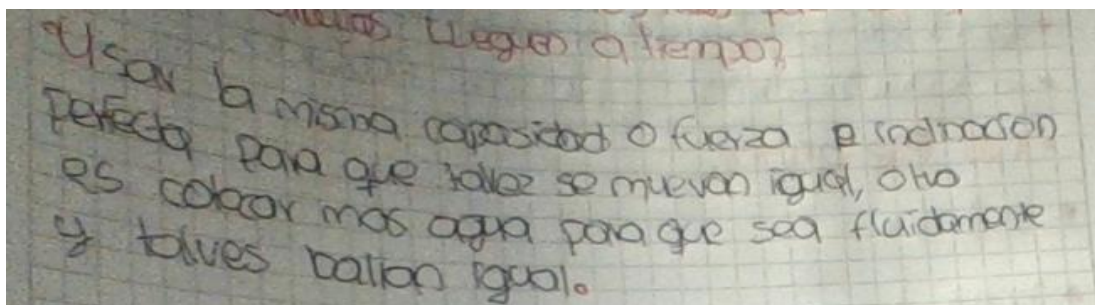


Imagen 15: Descripción de las acciones de un estudiante para garantizar la llegada igual de las burbujas

Así, pareciera que para algunos estudiantes conocer algunas características de las sustancias líquidas relacionadas con su fluidez les ofrece la posibilidad de establecer una especie de mezcla para lograr una sustancia un poco más fluida y así obtener un movimiento de la burbuja más rápido. Sobre la base de esta descripción, el tubo de Mikola abre la posibilidad a los estudiantes de encontrar otras formas de ver y de pensar acciones que les permita describir acciones que modifiquen la rapidez de movimiento de la burbuja. En otras palabras, mientras algunos estudiantes están viendo qué acciones realizarían sobre el tubo, otros por su parte, están viendo cómo modifican las características de los fluidos que componen este instrumento. Por esta razón, el tubo de Mikola toma importancia en la descripción sobre el movimiento de la burbuja que

presentan los estudiantes puesto que determina diferentes puntos de vista desde los cuales puede ser analizado.

Habiendo terminado la discusión, se pasó a trabajar con los estudiantes en enfoque cuantitativo planteado para la presente propuesta de enseñanza. Para ello, se reprodujo nuevamente el video propuesto para la clase y se centró la atención haciendo hincapié en observar una competencias entre burbujas para posteriormente realizar la siguiente pregunta ¿Qué acciones llevarían a cabo para determinar la velocidad con la que se mueve cada burbuja? La intención de realizar esta pregunta nace a partir de establecer relaciones causales que posibiliten a los estudiantes asignar un valor a la rapidez a partir de un análisis experimental determinado. Es por ello, que esta pregunta se realiza de forma abierta y engloba parámetros y variables que a partir de la descripción de los estudiantes han de ser identificados para lograr el fin específico.

Con el fin de mostrar cómo se logró asignar un valor a la rapidez con la que se movía cada una de las burbujas se realizará la transcripción de uno de los momentos más importantes, posteriormente, se presentará el trabajo individual sobre el desarrollo matemático que siguieron los estudiantes para el cálculo de esta misma.

D = Hasta el momento hemos venido hablando sobre como describimos la rapidez de la burbuja y hemos visto que podemos utilizar los términos rápido y lento para referirnos a la rapidez, según las observaciones que realizamos sobre el tubo de Mikola y que podemos hacer diferentes acciones para modificar la rapidez de esta. Pero si yo pregunto qué tan rápido se mueve una burbuja de la otra, es decir, que si requiero conocer un valor numérico que me indique que tan rápido se mueve cada burbuja ¿Qué acciones llevarían a cabo para determinar la velocidad con la que se mueve cada burbuja? (1)

E7= *“Tienes que darnos unos ciertos números para poder hacer una ecuación que nos permita calcular la velocidad. (2)*

D= ¿Qué números necesitaría? (3)

E7 y E5 = *“La distancia”*. (4)

D = ¿La distancia de qué? (5)

E7 = *“Del tubo”*. (6)

D = ¿Algún otro valor más que necesiten? (7)

E7= “*Y el tiempo*”. (8)

D = O sea, ¿si les doy la distancia y tiempo podrían calcularla? (9)

E7= “*Si*”. (10)

D = El tubo mide 91cm y el tiempo no lo sé ¿cómo lo podríamos calcular? (11)

E9 = “*Con un cronómetro*”. (12)

D = “*Si ¿pero cómo lo utilizarías?* (13)

E6 = “*Tomaría el tiempo en el que la burbuja tarda en subir y bajar*”. (14)

D= ¿O sea, el tiempo en el que la burbuja tarda el ir y regresar al mismo punto? (15)

E6= “*Si señor*”. (16)

D = Bien, entonces vamos a hacer lo siguiente, E2 va a tomar el tiempo mientras que E6 le va a ir dando la señal en la cual la burbuja tarda en ir y volver. (17)

De la anterior discusión, si se presta atención en la línea 1 el contexto dado a los estudiantes antes de realizar la pregunta busca orientarlos sobre la posibilidad de establecer un valor numérico que dé cuenta de qué tan rápido se está movimiento la burbuja. A su vez, se intentó establecer que los términos rápido y lento son una característica de cómo se describe la rapidez de un objeto, de aquí que, otra intención que surgió del contexto fue en marcar una diferencia entre la rapidez cualitativa y la velocidad, claro está, que la identificación de las variables para el cálculo de la velocidad corrió por cuenta de la observación del estudiante sobre la base del movimiento de las burbujas a través del tubo.

En efecto, los estudiantes vinculan la distancia, el tiempo y un marco de referencia como elementos que les posibilitaría calcular la velocidad con la que se mueve la burbuja (ver líneas de la 2 a la 14). Si bien, aunque se entiende que la distancia propiamente hace referencia a la longitud del tubo con esta misma es posible calcular el recorrido total que hizo la burbuja a partir de identificar un marco de referencia. Al centrar la atención (en la línea 14), se observa que el estudiante en su descripción pone como referencia los extremos del tubo que fueron usados para realizar la medida del tiempo que demora la burbuja en ir por cada uno de estos puntos.

En este sentido, conviene empezar a plantear si los estudiantes están hablando de rapidez o de velocidad. Inicialmente, se podría aquí inferir que en la anterior discusión se está empezando a formar una imagen cuantitativa sobre el movimiento de la burbuja, porque, a partir de la experiencia práctica se establecen relaciones entre variables que les posibilitarían determinar la velocidad con la que se mueve la burbuja. De aquí que, en el momento en el que el estudiante identifica que la distancia, el tiempo y los marcos de referencia (líneas 4, 8, 14) son variables para tener en cuenta a la hora de asignar un valor numérico correspondiente a la velocidad de la burbuja, ya que, detrás de sus descripciones, implícitamente están relacionando variables que acorde con la reflexión hecha en el primer capítulo describen a ésta como magnitud. A partir de lo anterior, se podría establecer que la actividad experimental propicia un puente para la construcción de la velocidad como magnitud.

Sin embargo, también se entiende que el propósito de la propuesta de enseñanza no se situó en la diferenciación entre rapidez y velocidad, sino que, a partir de la actividad sensible y experimental se buscó diferentes formas de hablar que poseen los estudiantes sobre el movimiento de los cuerpos transitando desde la experiencia con el entorno hasta un nivel de organización cuantitativo que abra las posibilidades de expandir el conocimiento sobre esta temática en cuestión.

Nuevamente, retomando el procedimiento seguido en la línea 14 y con la intervención de varios estudiantes se calculó el tiempo en el que las burbujas de jabón y alcohol tardaban en ir y regresar al mismo punto de partida. El tiempo para la burbuja de alcohol el tiempo fue entre 8s y 8.5s, mientras que, el de la de jabón fue de 24s. Sin embargo, en el transcurso de las mediciones un estudiante propuso tomar un método diferente para tomar el tiempo. Lo hizo específicamente con la burbuja de jabón la cual decidió solo tomar el tiempo de subida, cuyo valor fue de 11s (ver imagen 16).

alcohol
mide 91 cm
tiempo 8 seg
Jabon
mide 91 cm
tiempo de la derecha 24 seg
y de la izquierda 11 seg

Imagen 16: tabla de datos tomados por un estudiante

Al momento de consultar al estudiante sobre el procedimiento seguido contestó lo siguiente:

D = ¿Solo tomas el tiempo hasta que la burbuja llega a arriba? (18)

E3 = *Si señor.* (19)

D = ¿Podrías explicarnos por qué? (20)

E3 = *“la burbuja siempre sube igual porque es solo de jabón... eso ya lo habíamos dicho”.*
(21)

D = ¿O sea quieres decir que siempre se moverá igual? (22)

E3 = *“Si señor”* (23)

En este punto se establecieron dos formas para calcular la velocidad, la primera que relaciona el movimiento de la burbuja en los dos trayectos, y la segunda, que relaciona el movimiento de la burbuja de un extremo a otro. Si bien, se entiende muy posiblemente que esta segunda forma para calcular la velocidad nace a partir de la observación sobre el movimiento constante de la burbuja debido a la composición del medio en el que se mueve (línea 19 y 22). Lo anterior, se entendería como una predicción en la cual el estudiante establece que si el movimiento de la burbuja es constante solo sería necesario únicamente analizar una parte de su trayecto recorrido y así se tendría la velocidad de la burbuja en todas las partes del tubo.

Esta última descripción sobre el movimiento constante de la burbuja ubica al estudiante desde postura de la actividad experimental-cuantitativa, porque, a partir de la experiencia de observación práctica con el tubo de Mikola empieza a crear imágenes sobre el tipo de movimiento que está teniendo la burbuja, pero que además, da razón del porqué de dicho comportamiento que le posibilita llegar a este movimiento (línea 21), y que, muy posiblemente le viabilizaría predecir cómo sería la velocidad de la burbuja en todas las partes del tubo.

Ahora bien hasta este momento los estudiantes solo poseían los datos, sin embargo, no tenían suficientemente claro cómo utilizarlos, por lo que, hubo preguntas en relación sobre cómo calcular la velocidad. Para ello, el docente propuso el siguiente ejemplo en forma de pregunta:

D= Si un Ferrari tiene una velocidad de 300Km/h ¿Qué magnitudes son las que relacionan para decir cuál es la velocidad del auto? (24)

E6= “la distancia y el tiempo” (25)

D = Listo, pero ahora ¿Cómo las relacionan? (26)

E6= “dividiéndolas” (27)

D = ¿Con los valores que obtuvimos como calcularías la velocidad? (28)

E5 = *Profe, resultado para la burbuja de alcohol fue de 11.375cm sobre segundo.* (29)

D= Dime como lo hiciste. (30)

E5= “*Dividiendo la distancia del tubo sobre el tiempo*”. (31)

En este punto, el ejemplo del Ferrari, su respectivo valor numérico y las unidades correspondientes permitieron a los estudiantes relacionar estas variables para determinar la velocidad de la burbuja. Es así como en la línea 24, se tienen las variables numéricas cuyos valores ya eran conocidos por los estudiantes. En la línea 26, se relacionan en forma matemática una división entre estas dos variables, por lo que, se entiende que quizá están estableciendo una proporción entre la distancia que recorre la burbuja en una cierta cantidad de tiempo. Finalmente, en la línea 30 se confirma el procedimiento seguido por el estudiante para el cálculo de la velocidad de la burbuja. Algunas de las operaciones matemáticas desarrolladas por los estudiantes se muestran en la imagen 17 y 18 y en el anexo 2.

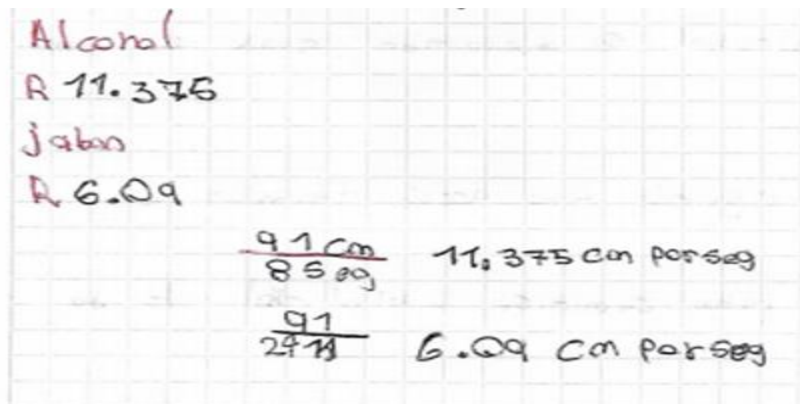


Imagen 17: Procedimiento de un estudiante para hallar la velocidad

Al momento de comparar los procedimientos desarrollados por los estudiantes para el cálculo de la velocidad se encontró, en general, que para el alcohol todos los estudiantes que siguieron el primer procedimiento tomaron la longitud del tubo como la distancia recorrida por la burbuja en el tiempo que esta tardó en ir y regresar al mismo punto. Si bien, se enmarca que los estudiantes solo tuvieron en cuenta el trayecto de la burbuja de un extremo a otro, mientras que, el tiempo está relación con el recorrido de ida y vuelta.

No obstante, aunque en términos numéricos los resultados obtenidos no corresponden exactamente con la velocidad de la burbuja, se está formando la construcción de una magnitud que en términos numéricos puede expresar cuál y cuánto más rápido va una burbuja que la otra. En este sentido, la construcción de la velocidad en términos cuantitativos posibilitaría organizar lo que el lenguaje sensible en ocasiones se quedaría corto en describir. En otras palabras, la descripción medio rápido o medio lento podría organizarse a partir de un valor numérico que represente dicha expresión que como se mostró en la actividad dos corresponde con un lenguaje que presenta una rapidez intermedia.

Por otra parte, los estudiantes que tomaron el segundo procedimiento para la burbuja de jabón hicieron el cálculo de la velocidad a partir de la distancia que a esta le tomaba de ir de extremo a extremo (ver imagen 19), por lo que, acertadamente el procedimiento corresponde con la velocidad media que adquiere la burbuja en todo este trayecto. Claro está, que para la burbuja de alcohol nuevamente toman el procedimiento anteriormente descrito, trayendo como consecuencia, que al comparar los resultados de las velocidades se estaría determinando que la burbuja de jabón llevaría

una velocidad mayor que la de alcohol derivando en una contradicción según lo observado en la experiencia.

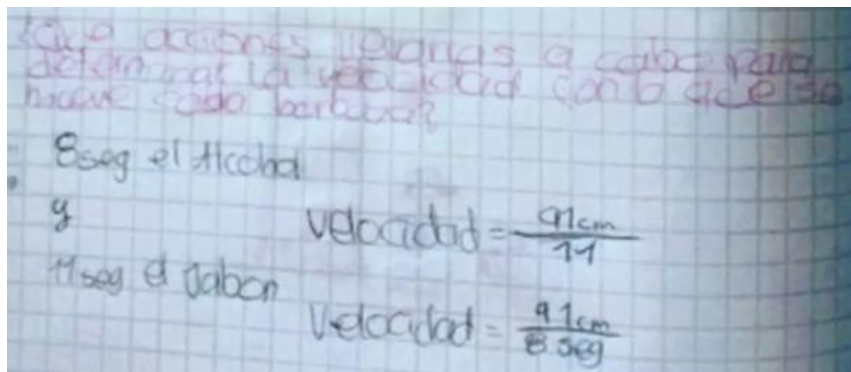


Imagen 18: Procedimiento de un estudiante para hallar la velocidad

Siguiendo los planteamientos propuestos por los estudiantes, el procedimiento que realizaron habla específicamente sobre la velocidad media con que la burbuja recorre todo el trayecto del tubo. En consecuencia, se observó que durante la actividad no se planteó ningún procedimiento que describiera, por ejemplo, la velocidad en la mitad del tubo o la velocidad instantánea de movimiento, por lo que, queda la propuesta de plantear preguntas que posibiliten a los estudiantes describir cómo calcularían la velocidad en estas situaciones en específico.

Así mismo, se visualiza a grandes rasgos la posibilidad de cerrar con una actividad final que permita la comparación entre velocidad y que sea consecuente con lo observado en la experiencia práctica, puesto que, aunque los desarrollos matemáticos de los estudiantes están al margen de la secuencia lógica para el cálculo de la velocidad de un cuerpo, sus resultados consecuentemente no siguen la razón de lo observado en la actividad práctica.

Por otra parte, la actividad cuantitativa abre diversas posibilidades al momento de trabajar procesos de comparación que nacen de las experiencias prácticas, puesto que, es en este momento donde se establecen las relaciones causales de la actividad experimental con la actividad lógico-matemática. En otras palabras, las observaciones obtenidas producto de la experimentación traen a colación la identificación de imágenes y variables que mediante un trabajo matemático se empieza a establecer relaciones y proporciones para la construcción de una magnitud que represente la descripción numérica de un evento físico como lo es la velocidad.

Finalmente, se encuentra que a partir del uso del tubo de Mikola las descripciones de los estudiantes sobre el movimiento se ubicaron en los niveles de observación-experimentación-cuantitativa, puesto que, a lo largo de las actividades planteadas sus descripciones se situaron en relación con su experiencia sensible con su entorno, sus observaciones basadas bajo el amplio contexto de explicación del tubo de Mikola y las relaciones que establecieron entre variables para calcular la velocidad media con la que se movía la burbuja a través de este instrumento.

De lo anterior, se entiende que las descripciones de los estudiantes tuvieron una transición que varió acorde se iba transitando de lo cualitativo a lo cuantitativo en el momento de implementación de la presente propuesta de enseñanza y que su lenguaje se puede ordenar en dos niveles que se plantean de la siguiente forma, a saber: el lenguaje y la experiencia sensible, el lenguaje y la práctica experimental y el lenguaje y construcción de conocimiento, niveles que se explicaran en el siguiente apartado.

En conclusión los estudiantes lograron en esta sesión.

- Comparar rapidezces que les posibilitara describir y organizar cual burbuja iba más rápido y cuál más lenta a partir de los medios en las cuales se movían.
- Generar procesos de comparación entre rapidezces que les posibilitara describir acciones en las cuales las burbujas tuviesen iguales rapidezces.
- Relacionar variables que posibilitaran establecer un cálculo para la velocidad con la que se movía cada burbuja a través del tubo

4.5 Reflexiones finales sobre el proceso de sistematización

A partir de lo vivido con los estudiantes de grado sexto en relación con las actividades de enseñanza desarrolladas sobre la temática del movimiento, esta reflexión final se orientará en describir cómo se entendieron los tres ejes que soportaron el proceso de sistematización de la presente propuesta de enseñanza. Así se presentará la importancia que tuvo la actividad sensible y el proceso de organización del conocimiento cualitativo, como también, se abordará la actividad experimental y su importancia en el tránsito de la organización del conocimiento a una forma más estructurada enfocando el uso de las expresiones dadas por los estudiantes como elementos de análisis. Finalmente, se cerrará la sistematización con el análisis del lenguaje como aquel elemento

que permite generar conocimiento dentro del aula de clase alrededor de los diferentes procesos de discusión llevados a cabo en la presente propuesta de enseñanza.

4.5.1 Del lenguaje y la experiencia sensible.

En el transcurso de las actividades propuestas se dio importancia a la experiencia sensible que poseen los estudiantes en la descripción del movimiento, esto porque, como se ha mencionado, desde las primeras etapas de la vida se construyen una cantidad de interpretaciones alrededor de este evento físico presente en el entorno. De aquí que, la orientación de las actividades propuestas esté vinculada en resaltar la actividad sensible como proceso en el cual las observaciones toman relevancia al momento de realizar descripciones sobre del movimiento.

Así, por ejemplo, en la actividad sobre el movimiento de las nubes mientras algunos estudiantes estaban describiendo la acción del viento sobre las nubes, otros situaron su atención en la evaporación del agua como fenómeno que permitía a las nubes moverse. A su vez, atendiendo a la actividad de descriptiva sobre la rapidez de movimiento de la burbuja en el tubo de Mikola, se obtuvo que mientras algunos estudiantes observaban el tubo, otros miraban el movimiento de las sustancias y otros centraban su atención en la burbuja.

Todas estas formas diferentes de ver y describir el movimiento enmarcan la posibilidad de contemplar un lenguaje diverso que puede en ocasiones no poseer un grado transcendental de claridad, en el sentido que, los términos que se utilizan no bastan para definir, caracterizar o determinar las diferencias más específicas al momento de interpretarlos. No obstante, se tiene claro que establecer espacios de discusión con los estudiantes todas estas formas de expresión se pueden confrontar, reestructurar, comparar o repensar y que sirven como punto de partida para construir explicaciones cada vez más estructuradas que les permita expresarse con mayor propiedad sobre su conocimiento basado en su experiencia sensible.

A partir de lo anterior, se entiende que la actividad sensorial corresponde con un proceso de adquisición de experiencias que surgen de la observación de un evento físico y cuyo lenguaje se establece a partir de las primeras interpretaciones que la actividad sensorial permite construir. De aquí que, en la descripción del movimiento, los estudiantes utilizaron los términos de “rápido”, “lento”, “pacífico”, “quieto”, “despacio”, “tranquilo”, entre otros, para expresar la rapidez con la que se mueve un cuerpo.

Estas expresiones son parte de un proceso inicial en la organización del conocimiento cuyo objetivo se centra en la descripción cualitativa del movimiento, de aquí que, se considere que la actividad sensorial es de vital importancia en los procesos de aprendizaje, puesto que, de aquí se configuran las diferentes interpretaciones que los estudiantes poseen de su entorno y que sirven como punto de partida para la construcción de propuestas de enseñanza.

Sin embargo, aunque se considere que la actividad sensorial y las actividades orientadas en la construcción de conocimiento cualitativo son de vital importancia, éstas pueden no llegar a ser lo suficientemente concretas en los procesos de descripción, puesto que, como se observó en la segunda actividad al momento de describir una rapidez intermedia los estudiantes tuvieron una cierta dificultad a la hora de expresarla. Así, se encontró que la expresión medio rápido y/o medio lento para ellos corresponde con una descripción de una rapidez intermedia, en la cual, aunque se tiene una experiencia sensible con el movimiento el lenguaje no es siempre suficiente para expresar lo observado.

En consecuencia, en la propuesta de enseñanza se propuso el desarrollo de actividades que vinculen la actividad sensible en la organización del conocimiento con la actividad experimental, esto con el fin, de transitar hacia un nivel más estructurado en la descripción del movimiento que les permitiera a los estudiantes la posibilidad de ampliar su experiencia en relación con el movimiento y a su vez les permitiera desarrollar su lenguaje para expresar de forma más estructurada sus descripciones, es decir, se busca que las explicaciones sean más acordes al lenguaje de la ciencia, y en cambio, se disminuya la indeterminación del lenguaje sensible. De aquí, el segundo eje éste orientado al vínculo que hay entre la modificación del lenguaje con la experiencia práctica.

4.5.2 Del lenguaje y la experiencia práctica

Con el interés de transitar a un nivel de organización del conocimiento más estructurado, las actividades planteadas iban avanzando hacia la observación y predicción de situaciones físicas que fortalecieran el conocimiento sensible de los estudiantes. Así, a partir del uso del tubo de Mikola, se exploraron diferentes momentos que colocaron en juego los saberes de los estudiantes, que empezaron a vincular diversos tipos de experiencias a la hora de realizar sus descripciones sobre el movimiento. A partir de lo anterior, el lenguaje de los estudiantes empezó a modificarse en función de las preguntas que se iban proponiendo.

Así, por ejemplo, en las actividades de predicción dos y tres se empezaron a relacionar la viscosidad o la densidad de las sustancias, las mezclas entre estas mismas y las relaciones entre ángulos de inclinación como posibles causas que permitían predecir cómo iba a ser el movimiento de la burbuja. En este punto, es conveniente aclarar que en algunos momentos en los que se desarrollaban las discusiones con los estudiantes el problema se focalizó en describir las causas que originaban el movimiento; es decir, antes de describir la rapidez de la burbuja el principal centro de atención se centró en expresar qué causaba el movimiento rápido o lento.

Este tipo de interpretaciones sobre las causas del movimiento de la burbuja posibilitó a los estudiantes describir una diversidad de elementos que enriquecieron las discusiones alrededor de las actividades que se iban desarrollando, de tal forma que, este tipo de experiencias permitió abordar de una forma holística lo correspondiente a esta temática. Es decir, se privilegiaron todas aquellas causas y condiciones que desde la actividad sensible y experimental permitieron de forma generalizada describir diferentes puntos de vista sobre el movimiento de los cuerpos.

En concordancia, en la manera en la que se iban desarrollando las actividades y se iba transitando de un nivel a otro, la experiencia con el tubo de Mikola permitió a los estudiantes inicialmente organizar su conocimiento para empezar a estructurarlo en la descripción de todas aquellas causas y condiciones que lograban identificar y que determinaban las características principales del movimiento de la burbuja, para posteriormente, asociarlas a las cualidades de la rapidez.

Para sustentar lo anterior, un punto de partida es reconocer y entender el lenguaje que entablaron los estudiantes en sus descripciones. Si bien, en ciertos momentos las descripciones eran mediadas por la actividad sensible, como lo relacionado con los términos de “gelatinoso” o “aguado”, éstas empezaron a asociarse con las cualidades que evocan la rapidez, es decir, una sustancia muy aguada, por ejemplo, determinaba una mayor rapidez de la burbuja y viceversa. En este sentido, la relación lenguaje y experiencia práctica empieza a determinar una fuente de organización del conocimiento basado en determinar que unas ciertas causas generan ciertas acciones.

Paralelamente, la actividad práctica con el tubo de Mikola trajo consigo otros términos que trascienden más allá de la experiencia sensible. Así, a partir del uso de este instrumento las descripciones de los estudiantes empezaron a usar palabras como “distancia”, “tiempo”, “masa”, “peso”, “velocidad”, entre otras, que enmarcaron la posibilidad de traer conocimientos de otras

áreas para vincularlos en la descripción del movimiento. En efecto, la experiencia práctica en la presente propuesta de enseñanza abrió la posibilidad de abordar diversos campos de conocimiento que punto a punto, permitió generar un puente entre el tránsito del lenguaje sensible a un lenguaje más propio de las ciencias.

Por esta razón, y situando la atención en las actividades que se desarrollaron se considera que tubo de Mikola puede llegar a ser utilizado para generar propuestas de enseñanza que aborden diferentes objetos de estudio y conlleven al abordaje de las fuerzas, la mecánica de fluidos o que sigan una secuencialidad sobre el movimiento que lleve a un nivel de organización más estructurado sobre la clasificación, comparación y diferenciación entre los conceptos de velocidad y rapidez, en otras palabras, abordar otra perspectiva a la forma habitual y fragmentada como se suele abordar la temática del movimiento tradicionalmente en el aula.

Para ello, se recomienda seguir con una actividad consecuente que enmarque inicialmente la posibilidad de organizar velocidades, en términos de atributos de comparación relacionados con la rapidez con el fin de cualificar y cuantificar una descripción más detallada del movimiento. Es decir, que con cuerpos con diferentes velocidades se alcanzara a establecer una organización cualitativa para expresar a cuál objeto le correspondería la palabra rápido, lento, quieto, etc. Así, este proceso de comparación establecería una diferencia entre la rapidez como un proceso descriptivo que expresa términos cualitativos y lo cuantitativo que vincula la cualidad como proceso de llegada para determinar la cantidad.

4.5.3 Del lenguaje y la construcción del conocimiento

A lo largo de la construcción e implementación de la presente propuesta de enseñanza se ha entendido que el lenguaje hace parte de la experiencia de comunicar ideas, sentimientos, conocimientos, emociones, entre otros. Y es a partir de esta riqueza en la posibilidad de comunicarse que surgen diferentes formas en las cuales se lleva a cabo este proceso lingüístico, una de estas, la cual se privilegió en todas las actividades fue el espacio de discusión grupal. Así, a lo largo del desarrollo de las actividades de enseñanza las discusiones que se iban desarrollando con los estudiantes, el lenguaje tomó gran importancia en los momentos de descripción del movimiento, puesto que, en estos espacios se sostuvieron diversas formas de expresión en los cuales el lenguaje fue de vital importancia para expresar los conocimientos de los estudiantes.

Así, en las actividades introductorias donde el lenguaje principalmente era mediado por la experiencia sensible se comunican diversos conocimientos que cada estudiante ha construido y organizado propiamente a partir de la experiencia con su entorno. En este sentido, bajo una misma actividad de observación existe una diversificación de opciones descriptivas que enmarcan la riqueza que proporciona la actividad sensible en el marco de la construcción de conocimiento. De aquí que, los espacios de discusión sean momentos importantes en los cuales cada estudiante logre compartir mediante el lenguaje, sus saberes con el fin de constituir un proceso en el cual la enseñanza sea también propiciada por los estudiantes como actores activos en la construcción de su conocimiento grupal.

Ahora bien, en las actividades que vinculaban el tubo de Mikola se tuvo como objetivo que este instrumento aportara a los estudiantes experiencias prácticas que aportara a los estudiantes nuevas experiencias prácticas que centrarán su atención en el movimiento de un objeto en particular, y que, a partir de su análisis, se hiciera necesario ampliar el lenguaje para relacionarlo directamente con la adquisición de conocimiento. No obstante, se entiende que la actividad sensible desarrolla en gran parte el lenguaje cotidiano y también el proceso de organización de la experiencia, la cual, se da como proceso inicial que permite la identificación de causas y cualidades que sirven como sustento a la hora de describir un evento físico.

Sin embargo, esto no quiere decir que no se pueda transitar hacia un nivel más estructurado en la organización del conocimiento basado a partir del lenguaje, solo que, la experiencia práctica tiene la posibilidad de escudriñar tanto en el lenguaje sensible que utilizan los estudiantes como en el lenguaje de las ciencias, siendo esto, un factor fundamental que organiza la adquisición de saberes cognitivos. En este sentido, las prácticas experimentales permiten transitar de un lenguaje sensible a uno más científico, cuyo objetivo, debe ser un proceso esencial para tener en cuenta al momento de construir propuestas de enseñanza.

Finalmente, detrás de todo el proceso de sistematización se considera la relación lenguaje, experiencia y experimento donde estos tres elementos componen un proceso esencial en la construcción de saberes. Así, la riqueza que hay detrás de lo sensible y las interpretaciones detrás de las imágenes que el experimento puede traer a colación sean puntos fundamentales que fortalezcan estructuren o resignifiquen el lenguaje de los estudiantes a la hora de establecer sus descripciones sobre los eventos físicos.

5 REFLEXIONES FINALES

El estudio sobre el movimiento de los cuerpos, presentados en este trabajo, ha configurado una perspectiva de enseñanza basada en dos niveles de organización del conocimiento, en la cual, las descripciones realizadas por los estudiantes resaltan sus interpretaciones alrededor de las imágenes e interpretaciones que surgen de su experiencia sensible y práctica. En este sentido, el uso de las reflexiones didácticas abordadas en la presente propuesta, el rol de la actividad experimental y las consideraciones educativas de los estudiantes de la institución orientaron la construcción de las actividades de enseñanza que permitieron la ampliación de la experiencia sensible de los estudiantes sobre esta temática en particular.

De acuerdo con lo anterior, las reflexiones hechas durante todo este proceso pedagógico han permitido concluir que, al momento de la implementación de las actividades de enseñanza, los estudiantes ampliaron su campo de experiencias sobre el movimiento en relación con las diversas situaciones planteadas para cada sesión. Así, inicialmente se dio paso a las descripciones de orden cualitativo y sensible, en las cuales, mediaba principalmente las causas que generaban que los movimientos fueran rápidos o lentos, que a su vez, abrió paso para que los estudiantes a partir de la experiencia con el tubo de Mikola abordaran otras características de las situaciones estudiadas, como los relacionados con la densidad y/o viscosidad, las propiedades de los fluidos gaseosos, el peso y la masa, entre otras, que les permitió identificar las causas que determinaban en qué condiciones el movimiento era más rápido o lento.

En este sentido, el diseño y el uso del tubo de Mikola apoyó significativamente en los momentos en los cuales se llevaban a cabo las discusiones con los estudiantes, debido a que, en las actividades en las que se vinculó dicho instrumento los estudiantes buscaron diversas formas de describir las causas que producían el movimiento de la burbuja propiamente utilizando un lenguaje fundamentado por su actividad sensorial. Sin embargo, se considera que más allá de este tipo de lenguaje utilizado por los estudiantes la propuesta de enseñanza planteó un puente entre lo sensible y lo práctico, puesto que, en sus descripciones también se encontraron elementos que configuraron un nivel más elaborado que describía las diferentes causas que determinaban el movimiento de la burbuja.

Por lo anterior, se plantea la idea de diseñar propuestas de enseñanza que den valor a la experiencia y organización de ésta misma de carácter sensorial. La actividad experimental, en este sentido desempeña un rol fundamental en la organización de la experiencia, puesto que, permite la ampliación situaciones prácticas que aporta en la construcción conocimiento. Por consiguiente, concebir una puesta en marcha que en el marco de la enseñanza de la física plantee el objetivo de contribuir al aprendizaje de esta ciencia como aquella que se sustenta en tres niveles de organización de la experiencia: el nivel sensible, experimental y teórico.

En estos términos, se pone en consideración que la presente propuesta de enseñanza es conveniente rediseñarla, estructurarla y orientarla a partir de algunos elementos teóricos, históricos y didácticos que fortalezcan la perspectiva de enseñanza basada en los niveles de organización de la experiencia mencionados anteriormente, con el fin, de generar actividades que favorezcan el aprendizaje por parte de los estudiantes. Por ende, apuntar a estos objetivos implica el fortalecimiento mis experiencias pedagógicas en el campo de la educación, con el fin de poner la experiencia pedagógica como fuente principal para la investigación didáctica.

Finalmente, es importante mencionar que el proceso de sistematización constituyó una base importante al momento de traer lo vivido en la experiencia de aula, puesto que permitió de forma reflexiva, reconocer los significados y formas de expresión que tienen los estudiantes a la hora de describir el movimiento. Es decir, que a partir del lenguaje se pueden caracterizar momentos en los cuales las expresiones que realizan los estudiantes están principalmente organizadas por la experiencia sensible, y otras, por la experiencia práctica. Bajo estos términos, esta vivencia dio paso para reconocer que el lenguaje representa el conocimiento que se tiene de la experiencia con el entorno.

Ahora bien, el proceso de sistematización permitió entender que el lenguaje también cumple un rol fundamental en el proceso de construcción de conocimiento, dado que, en la medida en la cual este se modifica y empieza a estructurarse -bajo la organización de la experiencia sensible y práctica-, trae como consecuencia, una diversidad de nuevos términos que van enriqueciendo las descripciones que realizan los estudiantes. Así, la determinación de un lenguaje más acorde al de las ciencias establece una profundidad más clara y específica en la capacidad descriptiva que si se compara con un lenguaje cotidiano que a grandes rasgos carecen de un gran rango de especificidad.

Por lo anterior, se considera que la voz del estudiante debe ser un punto de partida esencial al momento de plantear los objetivos y los alcances que deben tener en las propuestas de enseñanza, puesto que, todas aquellas formas de expresión recogen bases fundamentales sobre el conocimiento que poseen los estudiantes. Bajo esta consideración, resulta importante construir actividades de enseñanza que resalten un dialogo de saberes entre el docente y el alumno, a razón de que, mediante el proceso de comunicación se intercambian conocimientos que orientan el quehacer pedagógico de enseñanza-aprendizaje.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Bargalló, C. M., & Tort, M. R. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educación y Pedagogía*, 63-71.
- Barneto, A. G., & Bolivar, J. P. (2008). Efecto de las simulaciones interactivas sobre las concepciones de los alumnos en relación con el movimiento armónico simple. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 681-703.
- Berrone, L. (2001). Galileo y la génesis de la cinemática del movimiento uniformemente acelerado. *LLULL*, 631.
- Botero, L. D. (2001). *LA SISTEMATIZACIÓN DE PRACTICAS*. Medellín : Universidad Autónoma latinoamericana y el Instituto Popular de Capacitación.
- Camargo, É. P., Andrade, L. V., & Saes, T. M. (2007). CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE REPOSO Y MOVIMIENTO, MODELOS HISTÓRICOS Y DEFICIENCIA VISUAL. *INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA*, 171-182.
- Castillo, J. C., & Pedreros, R. I. (2013). *La organización de los fenomenos termicos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Coyne, G., & Heler, M. (2008). Three Generations: From Tartaglia to Galileo. En G. Coyne, & M. Heler, *A COMPRENSIBLE UNIVERSE* (pág. 81). Springer.
- Diaz, M. A., & Lopez, A. C. (18 de 10 de 2018). *Los modos de hablar el movimiento: una caracterización de los marcos de referencia en la enseñanza de las ciencias*. Obtenido de Tecne, episteme y didactic:
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8901>
- Ferreiros, J., & Ordoñez, J. (2002). HACIA UNA FILOSOFÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN. *CRITICA: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 47-86.
- Flores, C. D., Bello, G. A., & Albarrán, D. F. (2003). Concepciones alternativas sobre las gráficas cartesianas del movimiento: el caso de la velocidad y la trayectoria. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 3, 225-250.

- Florez, J., & Sahelices, M. C. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación N° 68*, 75-111.
- Forinash, K., Rumsey, W., & Lang, C. (2000). Galileo's Mathematical Language of Nature. *Science and Education*, 449-446.
- Gagliardi, M., Grimellini, N., & Pecori, B. (1999). *L'educazione alla conoscenza scientifica un percorso che parte da lontano*. Italia: Universidad de Bologna.
- Guidoni, P. (09 de 03 de 2007). MOVIMIENTO – SPUNTI DI RIFLESSIONE. Italia.
- Hahn, A. (2002). The pendulum swings again: a mathematical reassessment of Galileo's experiments with inclined planes. *Springer*, 340.
- Hanson, N. R. (1997). *Observación*. Madrid: Alianza Editorial.
- JOVE. (29 de 04 de 2020). *Ingeniería mecánica: Flotación y arrastre sobre cuerpos sumergidos*. Science Education. Obtenido de Science Education Database: <https://www.jove.com/science-education/10392/flotacin-y-arrastre-sobre-cuerpos-sumergidos?language=Spanish>
- Mäntylä, T. (2011). *Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education*. Finlandia: Universidad of Helsinki.
- Martinez, R. (2002). Razones y proporciones: un código medieval del movimiento. En C. Alvares, & A. Barahona, *La continuidad de las ciencias naturales* (págs. 215-231). México: Fondo de cultura económica.
- Romo, J. (2004). *¿Hacia Galileo experimentos?* BIDBLID.
- Schemmel, M. (2008). *The English Galileo: Thomas Harriot's Work on Motion as an Example of Preclassical Mechanics*. Berlin: Springer.
- Séré, M. G. (2002). LA ENSEÑANZA EN EL LABORATORIO. ¿QUÉ PODEMOS APRENDER EN TÉRMINOS DE CONOCIMIENTO PRÁCTICO Y DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA? *Investigación Didáctica*, 357-368.

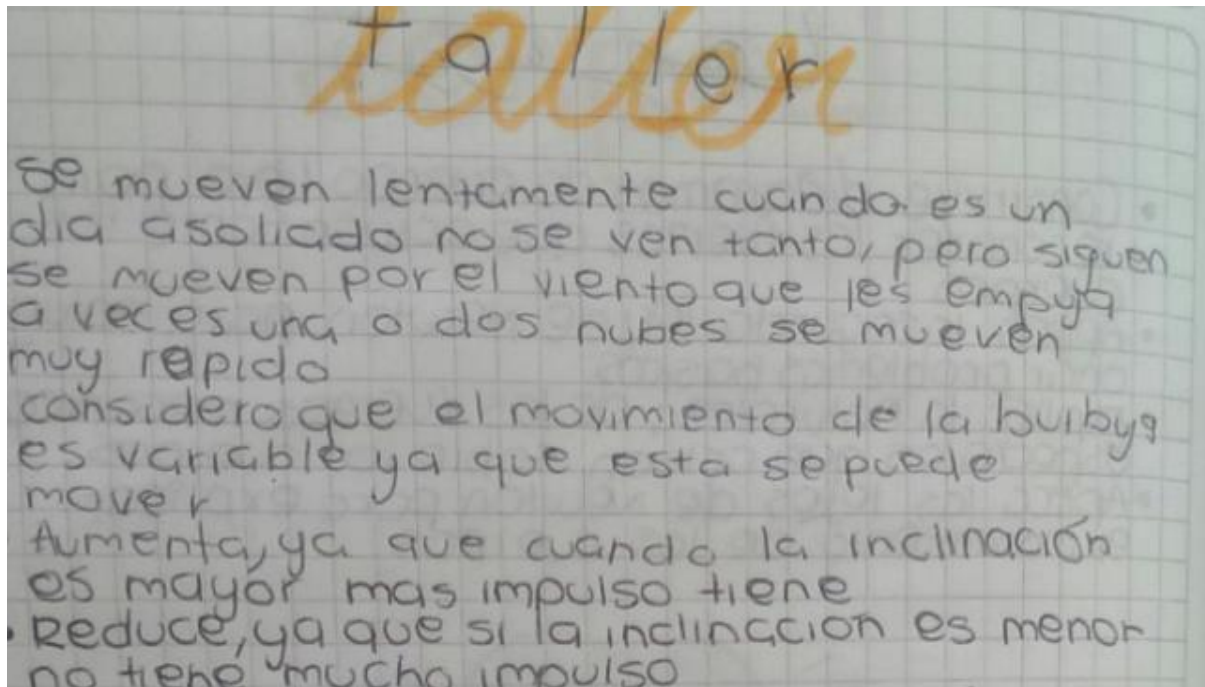
Velásquez, J. E. (2003). La sistematización de experiencias educativas: reflexiones sobre una práctica reciente. (L. F. Cano, Ed.)

ANEXOS

A continuación, se presentan las guías desarrolladas por los estudiantes de acuerdo con el desarrollo de las actividades y las discusiones grupales que se llevaron a cabo en el momento de realizar la propuesta de enseñanza.

Anexo 1: Primera y Segunda Sesión

- 1) En un escrito, describe cómo se mueven las nubes en el cielo en un día parcialmente soleado. Puedes también ayudarte en con la representación de dibujos si lo consideras necesario. RTA: Se mueven muy lento no es tanta la velocidad o eso parece a simple vista talvez se muevan más rápido porque la corriente de el viento es muy fuerte entre mas arriba este mayor va a ser la intensidad, mi conclusión es q depende si esta lloviendo hay mucho viento las nubes irían más rápido, pero con mayor velocidad las q están más arriba.
- 2) ¿Cómo consideras que es el comportamiento de la rapidez de la burbuja durante su movimiento? RTA: La verdad es muy predecible al moverse a ciertos puntos y su misma velocidad al voltear del todo su eje ira más rápido, pero sabremos adonde quedara.
- 3) ¿Qué crees que sucede con la rapidez de la burbuja cuando la inclinación del tubo es mayor? ¿Por qué consideras esa respuesta? RTA: es mayor su velocidad porque es mayor inclinación es decir no es posible q vaya mas lento porque es mayor su gravedad obviamente siendo mayor su gravedad va a caer más rápido.



- Solución**
- 1 Se mueven de sur a norte muy despacio y da la impresión de que estuviéramos en un cuarto de vapor
 - 2 lento sobre pacífico si yo creo que se desplaza suavemente a su objetivo
 - 3 que se mueve un poco más rápido porque la gravedad le ayuda a moverse más rápido

Solución

1. las nubes se mueven hacia el oriente por el viento y la rotación de la tierra
2. Si el movimiento es rápido la burbuja es lenta Si el movimiento es lento la burbuja es rápida
3. Más lenta por que si el tubo esta hacia arriba va más lento por la gravedad
4. Iria más rápido por que si es menor la burbuja coje más impulso
5. En el video de arriba la primera vez fue lenta y en la segunda fue más rápida y la de abajo fue la primera vez más rápida y la segunda fue más lenta

- 1) las nubes se mueven porque al sol evapora el agua, lo cual es vapor sube al cielo o a la atmosfera, creando nuevas nubes y esas nubes nuevas se corren para que las nuevas nubes estén
- 2) el Mikala se llena de un liquido no tan espeso y se da una inclinación, y cuando se inclina la burbuja (con su mayoría de un gas) trata que subir encima del agua o el liquido que este
- 3) cuando la inclinación es mayor la burbuja (como la mayoría de los gases), trata subir a la cima lo cual da, que su rapidez es superior

16/07/20
Actividad
Rta 1: Como las nubes son cuerpos de agua condensada no tienen la capacidad de moverse, en un día soleado las nubes irían lentas por la brisa y el oxígeno que las ayuda a mover.

Rta 2: El movimiento de la burbuja es rápido y a la vez lento.
Rta 3: Creo que, porque el agua baja más rápido y empujaría más rápido y subiría más rápido.

- 1) En un escrito, describe cómo se mueven las nubes en el cielo en un día parcialmente soleado. Puedes también ayudarte con la representación de dibujos si lo consideras necesario.
 - Me parece que son más lentas cuando hace calor porque cuando hace viento se mueven más por que el viento las mueve.
- 2) ¿Cómo consideras que es el comportamiento de la rapidez de la burbuja durante su movimiento?
 - La considero medio lenta medio rápida como intermedio y para mí se mueven igual (intermedio).
- 3) ¿Qué crees que sucede con la rapidez de la burbuja cuando la inclinación del tubo es mayor? ¿Por qué consideras esa respuesta?
 - Pues digo yo que va más rápido, porque yo pienso que la gravedad también tiene que ver entonces la gravedad lo atrae y será más rápido.

1) En un escrito, describe cómo se mueven las nubes en el cielo en un día parcialmente soleado. Puedes también ayudarte en con la representación de dibujos si lo consideras necesario.

En un día soleado, el sol absorbería el agua haciendo que la nube pierda masa y así se hará más lenta.

2) ¿Cómo consideras que es el comportamiento de la rapidez de la burbuja durante su movimiento?

A veces va rápido y otras veces lento, depende de la gravedad.

3) ¿Qué crees que sucede con la rapidez de la burbuja cuando la inclinación del tubo es mayor? La burbuja se movería más rápido. ¿Por qué consideras esa respuesta? Por lo que la gravedad haría que esta burbuja se mueva más rápido.

ANEXO 2: Tercera sesión.

... mi mamá y mi Abuelita
describa los siguientes tubos horizontales y
describa como fueran los líquidos de los tubos
en el agua y en el jabón durante todo el trayecto?
para mí sé que la burbuja el tubo transparente
va más rápido porque es casi agua entonces
va más rápido y la otra no tanto.
coloca piedras en b que sigue... ¿que acciones
trabaja que realizar sobre los tubos para hacer que
los dos tubos lleguen a tiempo?
¿Usar la misma capacidad o fuerza e inclinación
perfecta para que tal vez se muevan igual, otro
es colocar más agua para que sea fluidamente
ellos vayan igual.

24/07/20

Actividad

Responde las preguntas.

¿Que tengo que hacer para que estén a la par?

Rta. Quitar un poco de jabon del de el video de arriba e inclinarlo más

¿Cual va mas rapido porque?

tubo jabon. Es mas lento porque el jabon es mas pesado que el agua y es mas espeso.

tubo agua. Como es menos pesada baja mas rapido y es más rapido.

cave horas para determinar las velocidades?

$$\frac{91\text{cm} - 0\text{cm}}{8\text{s} - 0\text{s}} = \frac{91\text{cm}}{8\text{s}} = 11,375\text{cm/s} \quad \frac{91\text{cm} - 0\text{cm}}{24\text{s} - 0\text{s}} = \frac{91\text{cm}}{24\text{s}} = 3,791\text{cm/s}$$

$$\frac{91\text{cm} - 0\text{cm}}{11\text{s} - 0\text{s}} = \frac{91\text{cm}}{11\text{s}} = 8,272\text{cm/s}$$

31/7/20

Observa las burbujas moviéndose y describe como fueron las velocidades de las burbujas en el agua y en el jabón durante todo el trayecto

Rta/ la de alcohol fue muy (lenta) rápida y la de jabón lenta

Que acciones tendrías que realizar sobre los tubos para hacer que las dos vayan igual

Rta/ que el tubo de ^{JABON} alcohol sea más grande

Cual ha ido más rápido por que

Rta/ la de alcohol por que es un líquido

Hayn la velocidad

Rta/ $v = \frac{D}{T}$

$$v = \frac{97}{8}$$

$$v = 11,375$$

$$v = \frac{D}{T}$$

$$v = \frac{97 - 29}{11}$$

$$v = \frac{67}{11}$$

$$v = 6,09$$

MOVIMIENTO DE BURBUJA

Describe como fueron la rapidez de las burbujas en el agua y el jabon durante todo el trayecto?

RTA:

agua fue rapido

Jabon fue lento

de que acciones tendras que realizar sobre los tubos para hacer que las burbujas segen a tiempo?

RTA

que incline mas la del jabon y que cuando este en la mitad la del jabon empese la del agua

¿cual ha ido mas rapido? ¿por que?

RTA

Jabon fue lento por la cremosidad del jabon

agua fue rapida por la inclinacion del tubo

3

$$\text{Rapidez} = \frac{91}{8.59} = 11 \text{ Jabon}$$

$$\text{Rapidez} = \frac{91}{24} = 3.8$$

Thursday 30th July 2020

Describe como fueron las reacciones con la burbuja de alcohol y el jabon durante todo el tiempo.

el del alcohol fue mas rapido que la de jabon

Que acciones harías para realizar con los tubos para hacer que las burbujas lleguen al tiempo?

Quitar el de Jabon y quitando el jabon a ponerle alcohol para que lleguen al mismo tiempo

¿Cual ha ido mas rapido? ¿Por que?

el del alcohol, por que es mas liquido y liviano y la burbuja tiene mas fuerza de cambio como el de jabon es mas espesa la burbuja tiene que hacer con mas fuerza

Que acciones harías a cabo para determinar la velocidad con la que se hace cada burbuja?

8 seg el Alcohol

y

11 seg el Jabon

$$\text{Velocidad} = \frac{91\text{cm}}{11}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{91\text{cm}}{8.5\text{seg}}$$

Como Describiras el movimiento

El tubo mas delgado se burbujear se mueve mas rapido

Que movimiento debe hacer el tubo para igualarlo?

No creo que sea posible se necesitaria con un tubo igual de delgado al otro

Cual ha sido mas rapida porque

ha sido mas rapida ~~de~~ la delgada porque fue un recorrido mas rapido porque era delgada el tubo en cambio el otro era mas grueso y no tenia esa clase de velocidad.

Tubo de alcohol

mi de 91cm

tarda 8 seg

tubo de jabon

mi de 91cm

tarda de izquierda a izquierda 24 seg

de izquierda a derecha 11 seg

1 pregunta

Observa las siguientes burbujas moviendolas y describe como fueron las rapidas de las burbujas en la de alcohol y en el jabon durante todo el trayecto

R) Que la del alcohol se mueve mas rapido que la del jabon

2 pregunta

Haz una pieza en la siguiente accion teoricas que Realizar

R) Cuando la de jabon comienza la del alcohol le da algo de ventaja

3 pregunta

A partir de la competencia entre burbujas cual ha ido mas rapido

Las dos miden 91 cm y la del alcohol es más rápida porque la del jabón es más gruesa y la del alcohol es más ligera

alcohol

mide 91 cm

tarda 8 seg

Jabón

mide 91 cm

tarda de la derecha 24 seg

y de la izquierda 11 seg

Alcohol

R 11.375

Jabón

R 6.09

$$\frac{91 \text{ cm}}{8 \text{ seg}} = 11,375 \text{ cm por seg}$$

$$\frac{91}{24 \text{ seg}} = 6,09 \text{ cm por seg}$$