



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Número especial, v18, 2023.

11 Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la Astronomía



Avance de resultado de
Investigación

LA INTERACCIÓN FENÓMENO-ESTUDIANTE COMO BASE FUNDAMENTAL EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

THE PHENOMENON-STUDENT INTERACTION AS A FUNDAMENTAL BASIS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC THINKING

A INTERAÇÃO FENÔMENO-ESTUDANTE COMO BASE FUNDAMENTAL NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

Kevin Paramero ¹

Paramero, K. (2023). La interacción fenómeno-estudiante como base fundamental en el desarrollo del pensamiento científico. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-11

Resumen

En este trabajo de investigación se estudia específicamente la enseñanza de la física a partir de acercamientos fenomenológicos desde la perspectiva de un proceso de matematización, con el cual se quiere mostrar el proceso como base fundamental en el desarrollo del pensamiento científico. Para ello se plantea una investigación-acción de tipo intervención en donde se experimenta acerca de la caída de cuerpos inmersos en diferentes fluidos. La experimentación directamente la realiza el estudiante, se puede modificar el sistema en cuanto al objeto que se deja caer, el fluido y la altura desde donde es lanzado el objeto, todo ello con el fin de que el estudiante logre abstraer las características que rigen al sistema y más allá de esto, identificar las variables que lo describen. Este primer acercamiento pretende solidificar la base del pensamiento en donde se va a desarrollar todo el concepto físico. Al proporcionar la experimentación con el respectivo montaje se logra una descripción cualitativa por parte del estudiante, en donde se evidencia relación entre variables y una construcción de un discurso técnico, además, se desarrollan una serie de predicciones las cuales se ponen a prueba por medio de la configuración del montaje. El poder comprobar o refutar estas predicción, crea en su lenguaje unas estimaciones cuantitativas y así se logra una descripción general pero concreta acerca del fenómeno estudiado. Proporcionar un acercamiento fenomenológico de este tipo, da cuenta de las

^{1*} Estudiante de Licenciatura en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, paramero1002@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8374-5603>

grandes limitaciones que tiene una clase tradicional y pone en evidencia el potencial académico que se puede desarrollar en el aula de clase.

Palabras clave: Matemmatización de la física, Didáctica de la física, Acercamiento fenomenológico.

Abstract

In this research work, the teaching of physics is specifically examined through phenomenological approaches from the perspective of a process of mathematization, aiming to demonstrate the process as a fundamental basis in the development of scientific thinking. To achieve this, an action research intervention is proposed, where experimentation is carried out regarding the fall of bodies immersed in different fluids. The experimentation is directly performed by the student, allowing for modifications to the system such as the object being dropped, the fluid, and the height from which the object is launched. All of this is done with the purpose of enabling the student to abstract the characteristics governing the system and, furthermore, identify the variables that describe it. This initial approach aims to solidify the foundation of thinking upon which the entire physical concept will be developed. By providing the experimentation with the corresponding setup, the student achieves a qualitative description, demonstrating the relationship between variables and constructing technical discourse. Additionally, a series of predictions are made, which are tested through the setup configuration. The ability to verify or refute these predictions leads to the development of quantitative estimations in their language, resulting in a comprehensive yet concrete description of the studied phenomenon. Providing this type of phenomenological approach reveals the significant limitations of a traditional classroom and highlights the academic potential that can be fostered within the classroom.

Keywords: Mathematization of physics, Didactics of physics, Phenomenological approach.

Resumo

Neste trabalho de pesquisa, é estudado especificamente o ensino da física a partir de abordagens fenomenológicas, sob a perspectiva de um processo de matemmatização, com o objetivo de demonstrar o processo como base fundamental no desenvolvimento do pensamento científico. Para isso, propõe-se uma pesquisa-ação de intervenção, na qual se realiza experimentação sobre a queda de corpos imersos em diferentes fluidos. A experimentação é realizada diretamente pelo estudante, sendo possível modificar o sistema quanto ao objeto que é deixado cair, ao fluido e à altura de onde o objeto é lançado, tudo isso com o intuito de permitir que o estudante abstraia as características que regem o sistema e, além disso, identifique as variáveis que o descrevem. Esta primeira abordagem visa solidificar a base do pensamento no qual todo o conceito físico será desenvolvido. Ao fornecer a experimentação com a respectiva montagem, obtém-se uma descrição qualitativa por parte do estudante, na qual se evidencia a relação entre variáveis e a construção de um

discurso técnico. Além disso, são feitas uma série de previsões que são testadas por meio da configuração da montagem. A capacidade de comprovar ou refutar essas previsões cria, em sua linguagem, estimativas quantitativas, resultando em uma descrição geral, porém concreta, do fenômeno estudado. Fornecer uma abordagem fenomenológica desse tipo revela as grandes limitações de uma aula tradicional e evidencia o potencial acadêmico que pode ser desenvolvido na sala de aula.

Palavras chave: Matemática da física, Didática da física, Abordagem fenomenológica.

1. Introdução

Con base en experiencias propias como estudiante de secundaria y a partir de vivencias como docente, se percibe que el aprendizaje de la física ha sido visto con temor por parte de los estudiantes. En la mayoría de los casos, esta situación puede atribuirse a la forma en que se enseña esta disciplina dentro del aula, pues a partir de las ideas de Elizondo (2013), se establece que los estudiantes presentan dificultades al momento de contextualizar los conceptos de la física. Esto surge como consecuencia de la priorización del tratamiento matemático - algorítmico del fenómeno, dejando de lado sus bases conceptuales. Estos obstáculos limitan al estudiante a desarrollar su pensamiento deductivo e interpretativo y resume todo el entendimiento de la física al manejo de unas cuantas ecuaciones, sin siquiera comprender las variables que las componen. Debe tenerse en cuenta, a la hora de enseñar la física, las posibles interpretaciones que cada estudiante puede tener acerca de un fenómeno físico y esto solo es posible con el acercamiento fenomenológico.

La interacción fenómeno-estudiante como base del desarrollo del pensamiento científico no es común en la práctica docente, tradicionalmente se enseña la física desde el modelo ya desarrollado por pensadores anteriores, quitando así la posibilidad de que el estudiante llegue por sí mismo al modelo desde su propia interpretación. Lo anterior, se establece como uno de los problemas fundamentales en la producción del conocimiento científico puesto que el estudiante en su formación académica no recibe las competencias necesarias para este fin. Dicho esto, crece la problemática

acerca de cómo concebir la enseñanza de la física, a partir del uso del enlace enseñanza - aprendizaje que involucra no solo al maestro como centro de interés si no que promueve la participación activa del estudiante.

2. Marco de Referencia

En el marco de este trabajo de investigación es importante contemplar una serie de argumentos que permiten un manejo general del mismo. En primer lugar es necesario entender la Didáctica de la física como una manera innovadora de pensar que desarrolla el docente, en la que pone al estudiante como eje principal en el ejercicio de la enseñanza. Como segundo argumento, es importante comprender la matematización de la física como una metodología de enseñanza la cual busca, a partir de determinados procesos, llegar a la construcción de un modelo físico capaz de describir un fenómeno de manera cualitativa y cuantitativa. Por último, debe comprenderse el acercamiento fenomenológico como una metodología de enseñanza en donde se prioriza la interacción del sujeto con la realidad y cómo, por medio de esta interacción, se puede construir una interpretación lógica y con argumentos sólidos que sirvan como base al desarrollo del pensamiento científico.

2.1. Didáctica de la física.

Para hablar de didáctica de la física es necesario recurrir a las ideas de Nardi & Castiblanco (2014). Estos autores caracterizan la didáctica como una práctica que promueve la enseñanza crítica en donde el docente no se limita como educador retórico, sino que por el contrario, hace de su

ejercicio docente un trabajo de investigación constante que ayuda a entender el contexto de sus estudiantes y las maneras de aprender de los mismos. Dicho esto, la didáctica de la física representa más que una metodología de enseñanza, puesto que se convierte en una manera de pensar que adopta cada docente en donde el principal objeto de estudio es el sujeto más no el contenido.

Según Cachapuz, Praia, & Manuela (2002), la participación directa del estudiante no es común en la clase de física, es por esto que la didáctica se vuelve un área de innovación en la enseñanza gracias a que ataca este problema de participación con base en la historia, la epistemología de la física y la psicología del aprendizaje. De esto modo es posible llegar a la caracterización de un entorno educativo, con el objetivo de promover un ambiente adecuado en el aula de clase.

La didáctica de la física como estructura del pensamiento educador, que garantiza un ameno y efectivo aprendizaje, debe ser analizada y entrenada a partir de lo que Nardi & Castiblanco (2014) establecen como “dimensiones”. Éstas permiten al educador romper los esquemas de la enseñanza tradicional, con el objetivo de llegar a un acto educativo humano en donde se tenga en cuenta la diversidad y la subjetividad de cada educando. Para ello se caracterizan tres dimensiones: dimensión disciplinar, dimensión sociocultural y dimensión interaccional (Nardi & Castiblanco, 2014).

2.1.1. Dimensión disciplinar.

En el campo educativo, la transmisión de conocimientos involucra, en toda su naturaleza, una serie de competencias necesarias que enlazan la formación académica con la práctica en el aula. Hablar de la dimensión disciplinar de la didáctica de la física, abarca el saber y la reflexión en cuanto a el conocimiento que lleva consigo el docente, es decir, los niveles de introspección del educador generan un proceso de autocrítica el cual permite solidificar su conocimiento.

Mayormente, los educadores fueron formados de manera tradicional y este tipo de enseñanza se vuelve comúnmente aceptada. Desde la perspectiva de Castiblanco & Vizcaíno (2018) es la práctica reflexiva por parte del docente la que le permite tener consciencia de ello y auto cuestionarse acerca de su formación y la manera en que la adquirió, esto desde un punto de vista histórico, epistémico y psicológico, logrando así una revisión metacognitiva de su saber.

2.1.2. Dimensión sociocultural.

En el proceso de enseñanza se interactúa directamente con individuos pertenecientes a una sociedad, sumergidos en costumbres, creencias y formas de actuar guiadas por determinadas culturas; Esto no puede pasar desapercibido a la hora de enseñar puesto que la caracterización sociocultural determina los procesos en que cada estudiante construye su saber.

En base a Castiblanco & Nardi (2016), la dimensión sociocultural prepara al docente para poder reflexionar acerca de su entorno educativo y tener la capacidad de abstracción de este llegando así a determinar de qué manera se adecua la enseñanza. De esta manera, el docente consigue caracterizar los factores que ayudan a potenciar el aprendizaje de la física en su entorno.

2.1.3. Dimensión interaccional.

La enseñanza requiere de por sí un educador y un o unos educandos. Para que el docente pueda desarrollar el pensamiento de sus estudiantes debe haber una interacción entre ellos, comúnmente se crea un modelo retórico en donde el docente habla y el estudiante trata de recoger ideas. De acuerdo con Castiblanco (2017), esta dimensión prepara al educador para reflexionar acerca de sus métodos de interacción en el aula y además para enseñar a sus estudiantes la interacción directa con su entorno educativo. Es importante que el docente sea consciente de la cantidad de herramientas que puede usar en el

momento que se deben usar con el fin de enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.2. Procesos de matematización en la física.

Es una manera epistemológica de estructurar la enseñanza de la física con el objetivo de construir ideas y desarrollar el pensamiento del estudiante. Teniendo en cuenta a Vizcaíno (2013), los procesos de matematización para la enseñanza de la física es una actividad colectiva entre educador y educando sin el ánimo de imponer algún tipo de pensamiento, por el contrario, dando libertad de percepciones e interpretaciones del educando en cuanto a la física. La libertad de percepciones logra en el estudiante construir argumentos sólidos, coherentes y capaces de describir el objeto de estudio. Con ello se consigue que el estudiante cree un lenguaje conciso con el que pueda describir de manera clara el comportamiento de un fenómeno.

Tratando de estructurar epistémicamente la formulación del lenguaje para la concepción de los fenómenos naturales se proponen tres etapas en este proceso de matematización de la física, cada etapa en la actualidad es un campo amplio de estudio, estas son, la etapa del acercamiento fenomenológico, la caracterización del sistema físico y por último el modelamiento general del fenómeno.

Las tres etapas que conforman el proceso de matematización son dependientes y deben tener el orden anteriormente planteado, es por ello que al tratar de construir una idea se vuelve fundamental el acercamiento fenomenológico ya que de ahí nace la primera relación entre los esquemas conceptuales de la física y la interpretación del estudiante. Este acercamiento es el escenario perfecto para desarrollar el pensamiento científico.

2.3. Enseñanza a través del acercamiento fenomenológico.

La enseñanza pretende construir ideas desarrollando el pensamiento del educando. En física existe algo particular, esto es que dicha disciplina abstrae de manera directa y formal el comportamiento de la naturaleza, como lo describe Vizcaíno (2015), el conocimiento está expuesto ante todos, se debe educar la manera de percibirlo y analizarlo. Para ello se hace un acercamiento fenomenológico el cual tiene como fin buscar relaciones entre los esquemas conceptuales de la física y experiencias directas con el estudiante que permitan construir su propia interpretación del fenómeno estudiado.

Construir una interpretación correcta de la realidad no es sencillo, se debe observar detalladamente el fenómeno a estudiar y esto solo puede suceder con la interacción directa entre el fenómeno y el estudiante. Para ello se deben romper los esquemas tradicionales de enseñanza dándole autoría al estudiante, es decir, que el estudiante sea el principal protagonista en el acto educativo. Lograr este protagonismo es innovar en el aula de clase organizando actividades y brindando herramientas en donde el educando pueda cuestionarse y abstraer la información que la naturaleza expone constantemente. Por decirlo de otra manera, realizar un trabajo de comunicación directa entre la naturaleza y el estudiante siendo el profesor un mediador de lenguaje entre estos.

3. Metodología de la investigación.

3.1. Investigación acción.

Para esta investigación, el objeto de estudio es el educando directamente y el cómo este desarrolla su pensamiento científico por medio de una metodología distinta de enseñanza, para ello se debe, así mismo como en la metodología de enseñanza, poner en primer lugar al estudiante y analizar su manera de percibir y abstraer el conocimiento que brinda la naturaleza, esta manera de percepción y abstracción es subjetiva para cada individuo ya que esto se limita a la forma de pensar de cada cual teniendo entonces un proceso

diferente para cada estudiante, pero en medio de esta subjetividad, por medio de la lógica, se puede llegar a puntos medios los cuales den un reflejo del proceso que se está llevando a cabo.

Para tener en cuenta la subjetividad de cada estudiante y contrastar con un conjunto de interpretaciones llegando así a analizar un resultado, se debe entonces, analizar comportamientos, discursos y acciones de cada uno de los sujetos, esto lo permite un tipo de investigación cualitativa en donde se estudia al sujeto de manera no estandarizada y más a profundidad. Desde la perspectiva de Flick (2007), la investigación cualitativa a diferencia de la investigación cuantitativa no trata al objeto de estudio como una estadística más que dé cuenta de un comportamiento, por el contrario, hace toda la investigación alrededor de este y se sumerge a profundidad estudiando el porqué del comportamiento. Así se puede analizar de manera objetiva cada una de las variables que afecte el objeto de estudio, en este caso, tener en cuenta cada una de la percepción y abstracción que logra tener cada estudiante.

Para analizar a cada estudiante es importante la interacción con el mismo, es por ello por lo que será una investigación – acción de tipo intervención donde por medio de una metodología no tradicional de enseñanza se pretende observar el impacto de esta en un salón de clase.

3.2. Pregunta de investigación.

Comúnmente la participación de los estudiantes en las aulas de clase es escasa, en el área de la enseñanza de la física casi que de manera general se enseña este campo desde la retórica partiendo de modelos absolutos que describen algún comportamiento físico natural, es decir, el estudiante no desarrolla su pensamiento simplemente recibe información y una serie de instrucciones las cuales le indican qué hacer con dicha información, por otra parte, casi siempre se asume que para aprender física es necesario saber

matemáticas y de esta manera se limita la enseñanza de la física al manejo de unas cuantas ecuaciones.

Este modelo de enseñanza hace que el estudiante se limite a recibir una determinada información de un modelo físico muchas veces abstracto, quitando así la posibilidad de interacción del estudiante con el fenómeno. La física es la descripción formal de fenómenos generales que se presentan naturalmente, para entender esta realidad en donde se presentan dichos fenómenos simplemente se debe analizar y abstraer de la naturaleza los comportamientos de esta con ciertos criterios lógicos hasta llegar a la construcción de un concepto, es decir, simplemente se necesita de la interacción con la naturaleza y de una guía para poder abstraer el conocimiento que esta nos brinda.

En base a lo expuesto anteriormente se quiere investigar entonces acerca de una nueva metodología de enseñanza de la física la cual ponga en primer lugar al estudiante, brindando participación e interacción del mismo con el fenómeno a estudiar para que de esta manera el estudiante pueda, a partir de su abstracción de la naturaleza, crear las bases de un concepto que logre explicar el comportamiento de un fenómeno y así lograr su desarrollo de pensamiento científico, para ello se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo la aproximación fenomenológica se convierte en el punto de partida para el desarrollo del pensamiento científico?

3.3. Instrumento de toma de datos.

Estudio de caso por medio de la observación participante.

Esta investigación nace como la reflexión de un docente tratando de encontrar nuevas metodologías de enseñanza que faciliten la comprensión de la física, es por ello que como docente se debe participar de manera directa con la investigación, proponiendo una serie de actividades que ayuden a un acercamiento fenomenológico del

estudiante con el mundo físico, para que de esta manera, a partir de las observaciones realizadas por el docente, lograr una serie de datos para posterior a ello analizar el resultado de la metodología planteada.

En este tipo de investigación los datos son las observaciones del docente en el aula y la producción de contenido por parte de los estudiantes, por ello es importante clasificar las pautas que sirvan como datos para analizar la investigación, para hacer de esta observación clara y concreta se realiza la siguiente rejilla de observación.

Tabla 1. Rejilla de observación para realizar la toma de datos en el trabajo de investigación.

LA INTERACCIÓN FENÓMENO-ESTUDIANTE COMO BASE FUNDAMENTAL EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO			
Esta rejilla de observación solamente será usada como instrumento de toma de datos para desarrollar este trabajo de investigación que pone a prueba una nueva metodología de enseñanza de la física.			
Nombre de la institución:			
Ubicación de la institución:			
Nombre del profesor titular:			
Nombre del profesor investigador:			
Número de estudiantes:			
Objetivo de la investigación: Encontrar una nueva metodología de enseñanza de la física en donde el estudiante sea el autor principal llegando por sí mismo a la construcción de conceptos gracias a la interacción directa con el fenómeno a estudiar.			
INTERACCIÓN CON EL FENÓMENO			
Indicador	Si	No	¿cómo?
¿Existe participación en las experimentaciones o actividades planteadas?			

¿Usan adecuadamente la instrumentación de medición y/o observación?			
¿Se crean posicionamientos o tendencias que faciliten la observación?			
ABSTRACCIÓN DEL FENÓMENO			
Indicador	Si	No	¿cómo?
Crea preguntas espontaneas acerca del funcionamiento del fenómeno			
Hace predicciones y las pone a prueba de manera experimental.			
Identifica variables que describen el comportamiento del tema en estudio			
ARGUMENTACIÓN Y CREACIÓN DEL CONCEPTO			
Indicador	Si	No	¿cómo?
Se desarrollan momentos de debate entre los estudiantes con respecto al funcionamiento del fenómeno			
Se crean contra preguntas que ayudan a interpretar el fenómeno en estudio			
Se logra describir de manera general el fenómeno en estudio			

Fuente: el autor.

Además de esta rejilla de observación, en el transcurso de la clase se elabora una bitácora por parte de los estudiantes en la que grupalmente deben redactar los acontecimientos importantes de la experimentación, por último, cada estudiante elabora una definición general acerca de la caída de los cuerpos, esto a manera de conclusión con respecto a la intervención realizada.

3.4. Análisis de los datos.

Para el análisis de los datos se realiza un análisis de contenido en donde se procede a estudiar la bitácora que se llevó a cabo grupalmente por los estudiantes, su conclusión individual la cual lleva a formar su propia definición que describa el fenómeno de la caída de los cuerpos y la rejilla de observación, todo ello registrado de manera textual.

El análisis de este contenido se hará en tres fases específicas como lo plantea Laurence (1986), en primera instancia se tiene la etapa de la codificación en donde se lee toda la producción de contenido y se procede a identificar tendencias que permitan reconocer los aspectos relevantes de dicha producción, creando así unidades de análisis, en donde se establecen relaciones entre las partes textuales producto de las ideas de los estudiantes y de la observación del docente. Como segunda fase se tiene la categorización que, partiendo de las unidades de análisis identificadas en la codificación, se crea una serie de categorías contundentes que permitan dar claridad acerca de la problemática en cuestión, cada categoría debe ser un estudio específico que profundice uno de los campos que abarca el trabajo de investigación, como última fase, se procede a explicar la presencia de cada categoría establecida en la intervención, dicha explicación es producto de la interpretación que el investigador otorga a los datos obtenidos teniendo como base del argumento el marco de referencia y una orientación clara para tratar de desarrollar la pregunta de investigación.

4. Resultados

La intervención se realizó en un colegio de la localidad Antonio Nariño en la ciudad de Bogotá para estudiantes de décimo y undécimo grado pertenecientes a la especialización en matemática que ofrece dicho colegio. Las edades de los estudiantes oscilan entre 16 a 18 años. La intervención la ejecutó directamente el profesor investigador el cual llevó los materiales para la experimentación debido a que la institución no contaba con materiales experimentales. Durante la intervención y al final de esta se recopiló la producción de contenido. A partir de este momento, para citar textualmente alguna parte de las argumentaciones creadas por los estudiantes se hará usando la letra “E”, con esta producción de contenido y con la rejilla de observación diligenciada se establecen 3 categorías de análisis, las cuales se muestran a continuación.

4.1. Comparación acerca de las experimentaciones realizadas.

La interacción fenómeno-estudiante es la base fundamental de esta investigación, pero hay que saber de qué manera debe interactuar el estudiante con el fenómeno. Si se presenta una sola situación experimental difícilmente este podrá abstraer información, pero si, por el contrario, se logra crear una serie de sistemas que estén inmersos en el mismo fenómeno físico se consigue entonces un carácter comparador.

En esta intervención el carácter comparador fue el protagonista, gracias a él se obtuvo la creación de preguntas e hipótesis las cuales permitieron proporcionar gran inquietud acerca de la observación a tal punto de querer entender el funcionamiento del sistema. Es allí en donde se presenta un fenómeno real y universal, por medio de la experimentación se desarrolla una reflexión mediante un debate interno y externo de los estudiantes tomando como punto de partida su experiencia sensorial, teniendo así, a través de la capacidad descriptiva, una esquematización del fenómeno estudiado.

En esta parte comparativa de la intervención hubo un suceso en el que todos los estudiantes acordaron una determinada predicción, dicha predicción condujo a ser refutada por medio de la experimentación. La predicción consistía en postular que la esfera caía más rápido cuando se sumergía en aceite en comparación a cuando se sumergía en agua. Esta comparación puede ser producto del esquema que posee la mayoría de estudiantes acorde a la representación empírica que tienen en cuanto a la interacción con estos fluidos, ya que asocian al aceite como un fluido más “resbaloso” que el agua. Al realizar esta experimentación con el fin de poner a prueba esta creencia, se obtuvo como resultado, que el objeto caía más rápido cuando se sumergía en agua, expresado por palabras de un estudiante como:

E: La pepita cae más rápido en el agua que en el aceite, sé eso porque el profesor hizo una prueba y lo supimos por medio del cronómetro.

En este argumento se evidencia una construcción de una nueva realidad para el estudiante, realidad que ahora debe ser interpretada para lograr una descripción formal del fenómeno, es decir, se tiene una realidad observada y comprendida, ahora, en el estudiante, crece la necesidad de dar una explicación coherente y técnica a ese comportamiento, es allí cuando se consigue identificar las diversas variables que componen el sistema y las relaciones que se pueden establecer entre las mismas.

Gracias al carácter comparador que se planteó en el desarrollo de la experimentación se pudo refutar la creencia que los estudiantes tenían acerca del tiempo de caída del objeto inmerso en agua y en aceite, se logró aclarar dicha situación y más allá de ello se construyó el por qué de este comportamiento, como lo expresó un estudiante:

E: Entre el agua y aceite la pepita caía más rápido en el agua ya que el agua es menos viscosa.

Por medio de la experimentación se logró diferenciar el término de densidad y viscosidad, además, se comienza a reconocer la característica viscosa de los líquidos como una variable que influye

en la caída de los cuerpos, variable que en el discurso de los estudiantes se vuelve más importante que el término densidad, ya que este cobra más sentido al poner a prueba la predicción con la realidad experimental.

4.2. Relaciones entre las variables que influyen en la caída de los cuerpos.

La experimentación directa es muy enriquecedora para el estudiante, allí, en la intervención realizada, sin necesidad de sugerir un procedimiento de observación, comenzaron a surgir preguntas que abrían paso a la creación de hipótesis las cuales trataban de describir el comportamiento de la caída de los cuerpos.

Las hipótesis creadas tenían como fin identificar las variables que influyen directamente en el sistema, de esta manera se logran relacionar gran cantidad de variables a tal punto de construir una descripción cualitativa y cuantitativa por parte de los estudiantes. Entiéndase por descripción cuantitativa no una expresión matemática si no una comparación en cuanto a valores de las variables presentes.

Se puede evidenciar al principio de la clase una relación entre la experimentación y el sentido común de los estudiantes. Antes de la experimentación los estudiantes pensaban ya acerca del comportamiento del fenómeno lo cual llevaba a crear predicciones acerca de cómo sería la caída. Muchas de estas predicciones fueron refutadas al momento de ponerlas a prueba en la experimentación, es allí en donde indiscutiblemente el estudiante logra tener la convicción de ese comportamiento, pero, además de ello, se empieza a cuestionar acerca del por qué el fenómeno funciona de esa manera.

En el momento en que el estudiante se cuestiona, surge la necesidad de comenzar a identificar y relacionar variables. Como un ejemplo de esto se llama a colación la relación que estableció un estudiante acerca de las variables que influyen en la caída, textualmente expresó:

E: La densidad y viscosidad de un fluido crea una resistencia y esto hace que demore más en caer un objeto.

Esta relación que estableció el estudiante, aunque no haya una formulación matemática que lo describa, es una descripción de la realidad percibida que conlleva una estructura lógica permitiendo así transpolar un comportamiento físico a un lenguaje técnico el cual asocia conceptualmente las variables que influyen y además describe tanto cualitativa como cuantitativamente el funcionamiento del sistema por medio de relaciones entre dichas variables. Otros argumentos interesantes se muestran enseguida:

E: La velocidad depende de la densidad del líquido y de la forma del objeto que se esté poniendo a prueba.

E: La viscosidad aumentará o disminuirá el tiempo de caída.

E: La caída de la bolita depende de la viscosidad de cada líquido para así concluir si cae rápido o no.

Todos estos argumentos identifican variables cruciales que se presentan en el fenómeno, como la forma del objeto que se deja caer, la viscosidad y densidad del líquido, todo ello en relación a la velocidad y el tiempo de caída.

Cabe resaltar que a lo largo de la intervención, después de hacer varios montajes experimentales y ponerlos a prueba, se hizo una lluvia de ideas para identificar las variables que ayudaron a describir el sistema. En esta actividad todos los estudiantes participaron postulando por lo menos una variable y explicando a lo que hacía referencia en el contexto de nuestra experimentación, de este modo, se obtuvo una abstracción de los estudiantes con respecto a la naturaleza teniendo como agente intermediario la interacción del fenómeno y el estudiante.

4.3. Afirmaciones acerca de la caída de los cuerpos.

Las afirmaciones de los estudiantes acerca de la caída de los cuerpos se entienden como las conclusiones que llegaron después de haber sido realizada la intervención. Con ello se pudo lograr que estructuraran y construyeran un concepto que dé cuenta de la caída de los cuerpos desde la interacción directa con el experimento. En cada afirmación se consigue evidenciar posturas firmes a las cuales se llega por medio de la reflexión y el debate para dar una formulación conceptual a un problema de la realidad.

Lo más enriquecedor es precisamente poder transpolar el lenguaje de la naturaleza a las estructuras mentales de los estudiantes, que a través de la experimentación, van desarrollando una cohesión acerca del comportamiento físico y así van logrando describir el fenómeno por medio de esta abstracción de la información que ofrece la naturaleza. La cohesión y capacidad de descripción ya hace parte del proceso de matematización en la física debido a que el estudiante está asociando los esquemas conceptuales de la naturaleza con su experiencia sensorial, transformando dichas experiencias en un lenguaje técnico el cual permite tener una apropiación del tema en cuestión, esto se puede evidenciar cuando uno de los estudiantes afirma, después de haber experimentado, que:

E: La caída no depende de la masa – la caída depende de la resistencia.

En este argumento del estudiante se concibe una postura concreta frente al fenómeno de la caída de los cuerpos en donde las palabras resistencia y masa hacen alusión a la creación del lenguaje mediador para explicar el fenómeno, dichas palabras fueron mencionadas en clase por parte de los estudiantes, además, se consensó su interpretación logrando así una asociación entre los esquemas conceptuales de la física y el aprendizaje sensorial de los estudiantes. Afirmaciones como esta se consiguieron desarrollar en la intervención, en donde se percibe un progreso del lenguaje científico y una certeza del estudiante frente al

fenómeno estudiado, todo ello por medio de la interacción directa con el fenómeno.

A continuación, se citan una serie de afirmaciones con el fin de mostrar el manejo lingüístico y las certezas de los estudiantes producto de la experimentación:

E: La resistencia es una fuerza contraria a la de la gravedad que al momento de caer un objeto se opone.

Este estudiante, por medio de su argumento, identifica una variable importante presente en el fenómeno estudiado. Habla de la resistencia como una fuerza y más allá de ello, como una fuerza contraria al movimiento. Lo más importante de este argumento es la concepción del estudiante acerca del movimiento debido a que relaciona la presencia de fuerzas con el mismo e identifica las fuerzas que se oponen o contribuyen a este. En seguida, otras afirmaciones:

E: La caída de un objeto depende de la resistencia que presenta el líquido en donde se deje caer el mismo.

E: La caída es una fuerza que depende de la resistencia del fluido-viscosidad que es una fuerza contraria a la de la gravedad.

En cada una de estas afirmaciones se logra apreciar una convicción del estudiante como conclusión a la experimentación, no obstante, dicha conclusión abarca todo un proceso precedente en el cual se establecieron relaciones entre variables, se ajustaron términos para el manejo del lenguaje, se pusieron a prueba predicciones producto de los esquemas mentales de los estudiantes. Dichas predicciones fueron refutadas o comprobadas por medio de la experiencia, es decir, por medio de la interacción fenómeno-estudiante.

5. Conclusiones.

El tener la capacidad de interactuar directamente con el fenómeno abre paso a la

necesidad de crear un lenguaje para describir lo que se está observando, este lenguaje debe ser coherente y concreto, en este punto ya se está tomando una relación entre los esquemas conceptuales de la física y la experiencia sensorial de cada estudiante. Por medio de estas relaciones y observaciones se obtienen agentes comparadores los cuales producen una serie de hipótesis y predicciones que al poner a prueba experimentalmente enriquecen de gran manera la interacción del fenómeno con el estudiante, con ello se logra la observación de una realidad, se muestra el verdadero comportamiento de la naturaleza, esto introduce la necesidad de la creación de variables que influyen en el sistema, además de crear relaciones entre estas mismas, todo ello con el fin de describir las observaciones producto de hipótesis ya comprobadas o refutadas, de allí se obtiene una descripción cualitativa y cuantitativa del sistema, creadas a partir de la realidad. Esta interacción como abstracción de la realidad crea en el estudiante una convicción indestructible la cual lo lleva a crear afirmaciones que describen la síntesis de lo que él observó.

Lograr comparar, identificar variables y argumentar acerca del comportamiento de un fenómeno con certeza debido a la vivencia directa con el mismo, es el punto de partida para la construcción del pensamiento científico que busca abstraer todo el conocimiento posible que nos ofrece la naturaleza y esto se adquiere con la interacción directa entre el fenómeno y el estudiante, tomando el estudiante un rol como investigador y filósofo de la naturaleza.

6. Referencias.

Cachapuz, A., Praia, J., & Manuela, J. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Castiblanco, O. (2017). La interacción en el aula como una dimensión de la Didáctica de la física. *Tecné, Episteme y Didaxis, (Extraordinario)*, 382-388.

Castiblanco, O., & Nardi, R. (2016). Enseñando la Dimensión Sociocultural de la Didáctica de la Física. *En*

Kevin Paramero. (2023). La interacción fenómeno-estudiante como base fundamental en el desarrollo del pensamiento científico

2do Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Argentina.

Castiblanco, O., & Vizcaíno, D. (2018). Re(conocimiento) de la Disciplina a partir de ejercicios metacognitivos en la Formación de Profesores de Física. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencias, Matemáticas y Tecnología*, 5(1), 29-39.

Elizondo, M. del S. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*.

Flick, U. (2007). Introducción a la investigación cualitativa . Madrid : Ediciones Morata.

Laurence, B. (1986). *Análisis del contenido*. Madrid, España: Ediciones Akal.

Nardi, R., & Castiblanco, O. (2014). *Didática da Física*. São Paulo: Brasil: Editora UNESP

Vizcaíno, D. F. (2013). Papel da “matematização” nas explicações de professores e alunos em disciplinas de física na formação inicial de professores.257. Doctorado en Educación para la Ciencia- Facultad de Ciencias, Universidade Estadual Paulista. Bauru.

Vizcaíno, D. F. (2015). Diferencias trascendentales entre matematización de la física y matematización para la enseñanza de la física. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 95-111.