



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA BASADA EN LA INDAGACIÓN Y MODELIZACIÓN. EL MODELO DE FUERZAS Y FLOTACIÓN PARA 1º DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

DESIGN AND EVALUATION OF A TEACHING PROPOSAL BASED ON ENQUIRY AND MODELLING. THE FORCE MODEL AND BUOYANCY FOR THE 1ST YEAR OF PRIMARY EDUCATION.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

AUTORA: Aitana Ortega Rodríguez

DIRECTOR: Rafael López-Gay Lucio-Villegas

Curso 2021/2022

Convocatoria mayo 2022

RESUMEN

Una de las funciones del docente es contribuir al desarrollo competencial de los estudiantes y, por ello, tiene la obligación de diseñar, implementar y evaluar la enseñanza. Para ello, es necesario contar con una fundamentación teórica argumentada que marque las ideas clave que orienten el diseño de la secuencia. Con el fin de cumplir esa función, tales ideas deben estar operativizadas.

Este TFG consiste en una investigación de diseño de una secuencia sobre el modelo de fuerzas y la flotación, tomando como punto de partida una secuencia extraída de la literatura científica y, realizando las modificaciones oportunas para adaptar dicha propuesta a un aula concreta del 1º curso de Educación Primaria.

Esta secuencia seguirá un esquema propio del trabajo científico: expresión y discusión de ideas, planteamiento de la necesidad de buscar pruebas, diseño de búsqueda de pruebas, recogida de datos, obtención de conclusiones y validación o rechazo de la hipótesis formulada.

De esta manera, no solo se desarrollan los saberes básicos relacionados con la flotación y el modelo de fuerzas propuesto sino que se fomenta el saber investigar científico. El diseño de la secuencia de enseñanza-aprendizaje que se plantee, basado en la fundamentación didáctica, será considerado como una hipótesis didáctica. La información recogida durante la implementación permitirá hacer una primera evaluación de la secuencia, identificando los aspectos válidos y no válidos de la hipótesis. Con esto, se propone como objetivo la aportación a la investigación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Educación Primaria.

ABSTRACT

One of the teacher's functions is to contribute to the students' competence development and, therefore, he/she has the obligation to design, implement and evaluate the teaching. In order to do so, it is necessary to have an argued theoretical foundation that sets out the key ideas that guide the design of the sequence. In order to fulfil this function, these ideas must be operationalised.

This dissertation consists of an investigation into the design of a sequence on the model of forces and flotation, taking as a starting point a sequence taken from the scientific literature and making the appropriate modifications to adapt this proposal to a specific classroom in the first year of Primary Education.



This sequence will follow an outline typical of scientific work: expression and discussion of ideas, the need to search for evidence, the design of the search for evidence, data collection, drawing conclusions and validation or rejection of the hypothesis formulated.

In this way, not only basic knowledge related to flotation and the proposed force model is developed, but also scientific research knowledge is fostered. The design of the proposed teaching-learning sequence, based on the didactic foundation, will be considered as a didactic hypothesis. The information collected during the implementation will allow a first evaluation of the sequence, identifying the valid and invalid aspects of the hypothesis. With this, it is proposed as an objective to contribute to the research on the Didactics of Experimental Sciences in Primary Education.

Palabras clave:

Flotación, Indagación, Modelo de fuerzas, Enseñanza de las ciencias, Secuencia fundamentada

Key words:

Flotation, Enquiry, Force model, Science education, Grounded sequence

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
3. ANÁLISIS DE PROPUESTAS A PARTIR DEL MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Diseño de un cuestionario.....	5
3.2. Aplicación de un cuestionario.....	6
4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA SOBRE MODELO DE FUERZAS Y FLOTACIÓN.....	9
4.1. Contexto y características del grupo.....	9
4.2. Qué quiero que aprendan: contenidos propuestos.....	10
4.3. Diseño de la propuesta para enseñanza de modelo de fuerzas y flotación en 1º de Educación Primaria.....	12
5. EVALUACIÓN DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA.....	25
5.1. Instrumentos de recogida de información.....	25
5.2. Procedimiento de análisis de la información.....	26
5.3. Resultados cuantitativos del cuaderno del estudiante.....	27
5.4. Análisis de los principales resultados.....	29
6. CONCLUSIONES.....	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
8. ANEXOS.....	38
8.1. Cuestionario aplicado a propuesta personal inicial.....	38
8.2. Cuestionario aplicado a propuesta inicial de un compañero.....	45
8.3. Cuestionario aplicado a propuesta extraída de la literatura científica.....	47
8.4. Cuento “La bruja que consiguió flotar”.....	49
8.5. Cuaderno del estudiante.....	51



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Como funciones del docente, encontramos la tarea de contribuir al desarrollo competencial de los estudiantes manifestado en el Perfil de salida y en las competencias específicas de cada ámbito o materia, a través de los saberes básicos relacionados con cada una de las áreas (RD 157/2022).

Con el fin de desarrollar dicha función, el docente tiene la obligación de responder a una cuestión práctica del ámbito profesional esencial: diseñar, implementar y evaluar la enseñanza.

La investigación de diseño se centra precisamente en este problema profesional, buscando generar conocimiento contrastado sobre qué y cómo enseñar en situaciones reales de aula (Romero-Ariza, 2014). Los resultados de este tipo de investigación consisten al mismo tiempo en un objeto, una propuesta de enseñanza concreta, y en conocimiento relacionado con el proceso de construcción de ese objeto y su validez.

Para llevar a cabo una investigación de diseño, será necesario hacer explícitos los fundamentos que van a orientar el diseño de la enseñanza, realizar un diseño de la enseñanza coherente con esos fundamentos, implementar el diseño y evaluarlo para obtener información sobre su validez, completando con ello lo que se denomina un primer ciclo de diseño (Romero-Ariza, 2014). En este caso, he centrado mi aportación en la educación científica, dentro del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural.

La finalidad de mi trabajo es pues realizar una investigación de diseño sobre un saber básico específico de esa área, tratando de conseguir los siguientes objetivos:

- Expresar el conocimiento acumulado por la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales que utilizaré para fundamentar una propuesta de enseñanza.
- Realizar un diseño de una secuencia de enseñanza para un apartado concreto de un saber básico del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural.
- Implementar y evaluar la puesta en práctica de ese diseño en un aula concreta. Siendo esta la clase de 1ºB del C.E.I.P. Clara Campoamor, situado en Huércal de Almería (Almería).

Para llevar a cabo el trabajo, dedicaré un primer bloque a la fundamentación. Después de expresar las ideas principales que delimitarán el marco teórico, para conectar dichas ideas con el diseño, analizaré distintas propuestas de enseñanza: una primera propuesta personal a modo de ensayo, las propuestas de otros compañeros y una tercera propuesta recogida de la literatura científica. El segundo bloque estará destinado a la presentación con detalle de una

propuesta adaptada a las condiciones de un aula concreta. El tercer bloque estará destinado a la evaluación de esa propuesta después de su implementación. Será un proyecto individual pero, sometido a su vez a la reflexión y discusión colectiva con un grupo de expertos en el área y compañeros que se han decantado por la realización de un TFG con características similares. Propio de un trabajo de investigación, se han llevado a cabo diversas reuniones de discusión, aunque finalmente las decisiones y concreciones son a título individual.

En este caso, mi elección personal acerca del saber básico específico sobre el que se desarrolla dicho diseño, implementación y evaluación de secuencia es el modelo de fuerzas y la flotación.

2. MARCO TEÓRICO

A la hora de diseñar un proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula con el fin de abordar el tratamiento de conocimientos científicos por parte del alumnado, debemos tener en cuenta las actividades relevantes que podemos utilizar como herramienta para alcanzar los objetivos propuestos. Estas, están basadas en la realización de prácticas científicas, tales como las siguientes:

❖ Expresión y discusión de ideas:

Las hipótesis formuladas por parte del alumnado a la hora de encontrar respuesta a una pregunta con sentido, encuentra su base y argumento en las ideas previas que el propio alumnado posee con anterioridad al aprendizaje de los nuevos conocimientos y, que es posible que este, no sea consciente de la existencias de estas ideas preconcebidas.

Estas ideas no surgen espontáneamente como invención del alumnado sino que, estas ideas denominadas concepciones, pueden tener diversos orígenes, a menudo desconocidos. Estos pueden ser sensoriales, culturales o incluso escolares; sin embargo, se aprecia una carencia metacognitiva acerca de cómo hemos adquirido estas concepciones, ya que en ocasiones se hace difícil de explicar (Driver et al., 1992, Hierrezuelo y Montero, 1991).

Para poder comprender la importancia de la expresión y discusión de ideas, debemos remontarnos a la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget, la cual afirma que el aprendizaje, es decir, la adquisición del conocimiento, se caracteriza por una construcción dinámica del mismo. Se define así que la persona, es este caso el alumnado, posee unos esquemas de conocimientos, denominados esquemas cognitivos, es decir unas ideas previas a las nuevas realidades. Y, será gracias al conflicto cognitivo entre los esquemas cognitivos de la persona y, la nueva realidad o realidad desconocida, como se hará posible el aprendizaje. Para ello, el



alumnado debe pasar por los procesos de asimilación, por el cual la persona interpreta la información que proviene del medio en función de los esquemas de conocimiento personales; y, la acomodación, cuando los esquemas cognitivos del alumno no son los idóneos para procesar la información y, por ello ha de modificarlos para conseguir el equilibrio cognitivo (Prados et al., 2014).

Apreciamos así que, el origen del cual partimos para ampliar nuestros esquemas cognitivos y, con ello, nuestro aprendizaje, son los esquemas previos, es decir, las ideas previas, a partir de las cuales podremos construir el conocimiento. Por ello es esencial saber identificarlas mediante su expresión y, más aún, discutir las, con el fin de comenzar a crear ese desequilibrio entre ideas, es decir, el conflicto cognitivo que nos haga modificar nuestros esquemas cognitivos hacia la construcción de un mayor aprendizaje científico.

Sin embargo, las actividades de expresión y discusión de ideas, no deben de plantearse en el aula de forma directa, es decir, es contraproducente que el alumnado rellene un formulario en el que se le pregunte “qué ideas previas tienes sobre flotación” o “qué sabes sobre hundimiento” ya que, como se ha mencionado anteriormente, son muchas las ocasiones en las cuales no somos conscientes de las características de nuestros esquemas cognitivos acerca de un tema determinado y, preguntar directamente sobre ello, solo haría que el alumnado intentase recordar de memoria la lección instruida por su docente en años anteriores, si es que la hubo. Por ello, se plantea como idea apropiada para ello la presentación de fenómenos naturales y cotidianos con base científica y preguntas acerca de estos, en este caso, para la flotación y hundimiento; la exhibición de distintos casos en los que el alumnado, según sus ideas, responda a preguntas acerca de si creen que un objeto se hundiría o no en un líquido determinado y por qué. Y, para optimizar la utilidad de estas actividades, es conveniente plantearlas al principio de un tema, antes de conocer los contenidos a aprender en cuestión para no influenciar en estas ideas previas y que sean lo más personales posible.

Asimismo, pueden realizarse a lo largo de la secuencia didáctica para, consolidar la acomodación cognitiva y, confirmar que la reestructuración de esquemas de conocimientos se está desarrollando correctamente (Prados et al., 2014).

Será posteriormente, cuando se proceda a la búsqueda de pruebas para poder comprobar estas ideas.

❖ **Búsqueda de pruebas que corroboren o rechacen las hipótesis propuestas:**

Formular hipótesis es el primer paso para construir un conocimiento científico. Sin embargo, la utilidad de esto se reduce simplemente al enunciado de distintas posibilidades sin

intención de llegar a ninguna conclusión si estas no son probadas. Pero, ¿qué es probar? Para continuar con la aplicación del método científico partiendo de una hipótesis, se hace necesario diseñar un plan de experimentos con sentido a realizar que nos permitirá conocer la veracidad o no de la hipótesis planteada, es decir, seleccionar un proceso de búsqueda de pruebas para aceptar la idea propuesta o no (López-Gay et al., 2020).

Este tipo de actividades permiten al alumnado, en primer lugar, conocer qué es lo necesario que necesitan saber para determinar si una idea es cierta o por lo contrario, deben desmentirla; pudiendo esto ser trasladado a cualquier ámbito más allá del científico. Se trata así de un trabajo muy cuidadoso que formará en el alumnado la idea de que, nada podemos darlo como cierto, si este no está respaldado por pruebas sólidas, científicas y rigurosas (López-Gay et al., 2020).

Y es que, la búsqueda de pruebas no es la reproducción exacta de experimentos de laboratorio ya diseñados, si no el diseño, la reproducción, la obtención de datos y su posterior análisis. Con el fin de su aplicación, en el aula, es conveniente realizar la búsqueda de pruebas tras la expresión y discusión de ideas, con el fin de conocer la veracidad de las mismas. Será posteriormente, cuando se analicen los datos obtenidos y, se obtengan las conclusiones.

❖ **Generalización del conocimiento, construcción de modelos:**

La intención de la ciencia es el poder obtener principios científicos que puedan ser aplicados para la resolución de diversos casos de distinta índole, con el fin de optimizar la aplicación científica en la vida diaria. Con ello, nos referimos a la modelización, es decir, a la construcción de una abstracción y simplificación de la realidad con la finalidad de poder utilizarla para explicar y predecir casos concretos (López-Gay et al., 2020). Es decir, oponiéndose a la explicación personal del porqué de un suceso, un modelo es un principio teórico que puede ser aceptado por la comunidad científica.

La modelización se caracteriza por su principal relevancia en la pedagogía científica debido a que es el objetivo práctico de la ciencia. Por insuficiencia de tiempo y por economía, se hace verdaderamente utópico la posibilidad de estudiar cada fenómenos que nos rodea de manera rigurosa, por ello la ciencia permite modelizar, construir enunciados que nos sean prácticos para poder responder a las particularidades y, es que el alumnado debe interiorizar la idea de que, es necesario inducir para posteriormente, poder deducir.

Más concretamente, modelizar puede ser entendido en el aula de diversas maneras. Ejemplos de ello son, la construcción de modelos que nos permitan responder distintos casos particulares. Asimismo también se puede practicar la utilización de modelos, prediciendo



casos distintos; así como, realizar una evaluación de modelos ya existentes para conocer si estos pueden continuar siendo aceptados como válidos (Couso, 2020).

3. ANÁLISIS DE PROPUESTAS A PARTIR DEL MARCO TEÓRICO

Pese a la relevancia de expresar las ideas clave en el marco teórico, aún existe una notoria distancia entre dichas ideas que deben fundamentar una secuencia didáctica de aprendizaje científico y, el diseño de una propuesta específica. A esto, debemos añadirle que dicha distancia se ve aún más acrecentada para un docente inexperto. Por ello, con la finalidad de reducirla, se han utilizado dichas ideas clave para analizar secuencias de enseñanza previamente elaboradas.

3.1. Diseño de un cuestionario

Con el fin anteriormente expresado, se ha diseñado un cuestionario que será utilizado como herramienta de análisis de propuestas de enseñanza sobre prácticas científicas. Los ítems de este cuestionario recogen de manera práctica y operativa las ideas claves que deben fundamentar una secuencia de enseñanza científica, habiendo sido estas desarrolladas en el marco teórico. Partiendo de las propuestas iniciales realizadas por cada uno de los miembros del grupo conformado por expertos y compañeros que desarrollan su TFG con objetivos comunes al que aquí propuesto, se ha conformado el diseño final de dicho cuestionario, siendo este el siguiente:

Tabla 1. Cuestionario para el análisis

Título SEA (y autor/a):

1.	¿Se plantea inicialmente un contexto cercano relacionado con el contenido a trabajar?	SÍ - NO
	Observaciones:	
2.	¿Se plantea inicialmente una pregunta o problema con sentido para los estudiantes y que va a organizar el desarrollo de la secuencia?	SÍ - NO
	Observaciones:	
3.	¿Se aportan y discuten respuestas o hipótesis a esa pregunta?	SÍ - NO
	Observaciones:	
4.	¿Se plantea la necesidad de buscar pruebas para validar la(s) hipótesis?	SÍ - NO

	Observaciones:	
5.	¿Se discute uno o más diseños para llegar a obtener esas pruebas?	SÍ - NO
	Observaciones:	
6.	¿Se lleva a cabo la obtención de datos o informaciones?	SÍ - NO
	Observaciones:	
7.	¿Se transforman esos datos en pruebas (argumentación) para contrastar las hipótesis o ideas iniciales?	SÍ - NO
	Observaciones:	
8.	¿Se produce una progresión desde los modelos iniciales hacia modelos científicos (escolares)?	SÍ - NO
	Observaciones:	
9.	¿Se evalúa y se utilizan esos modelos científicos (escolares) aprendidos?	SÍ - NO
	Observaciones:	

3.2. Aplicación del cuestionario

Con el fin de familiarizarme con dicho cuestionario y por ello, con las ideas claves que deben sostener la base del diseño de una secuencia de enseñanza científica, aplico el cuestionario a las siguientes propuestas de enseñanza:

❖ Propuesta de enseñanza personal inicial: Como primer acercamiento al diseño de secuencias de enseñanza de práctica científicas, elaboré una primera propuesta didáctica para la enseñanza de flotación. Concretamente, en esta se desarrolla como saber básico el trabajo con el concepto de densidad y su utilidad práctica para el acercamiento al modelo de fuerzas. Dicha propuesta fue desarrollada con carácter previo a la realización del marco teórico. Y por ello, es evidente la carencia que presenta acerca de las ideas claves que deben fundamentar una secuencia para que esta pueda alcanzar los objetivos propuestos. (Ver Anexo 8.1. Primera secuencia propuesta y cuestionario aplicado)

Del resultado de la aplicación de dicho cuestionario, obtenemos distintas conclusiones. En primer lugar, vemos que el contenido a desarrollar no se presenta en un



contexto que sea cercano al alumnado, provocando así una lejanía considerable entre los intereses del alumnado y el contenido, restando de esta manera motivación por un aprendizaje al cual los alumnos no le encuentran sentido pues no creen que pertenezca a su mundo. Asimismo, no se presenta la necesidad de que para poder afirmar una hipótesis, es necesario seguir un proceso de búsqueda de pruebas ni se da la oportunidad para el diseño del mismo. Esto hace que la secuencia se convierta en seguir los pasos de un experimento como si una receta se tratase sin saber el por qué de ello. En relación al aprendizaje competencial del alumnado, esta carencia provoca la falta de aprendizaje de espíritu investigador y emprendedor, haciendo únicamente que el alumnado complete una serie de ejercicios sin entender la utilidad de los mismos. En cambio, sí encontramos que el modelo construido es utilizado para realizar predicciones y, para explicar otros fenómenos, aunque no evaluado.

❖ Propuesta inicial de un compañero: Al igual que la secuencia anterior, el cuestionario es también aplicado a una propuesta inicial de enseñanza de prácticas científicas de otro compañero, elaborada antes de que este realizara el marco teórico, en este caso es sobre un contenido distinto al de flotación y modelo de fuerzas, tratándose la propuesta sobre la enseñanza de la posición Sol-Tierra y la influencia de esta en las horas de luz diarias y las estaciones. (Ver Anexo 8.2. Cuestionario aplicado a la propuesta inicial de un compañero)

Tras cumplimentar el cuestionario, llegamos a diversas conclusiones. En primer lugar, vemos que se cumplen las ideas clave que deben fundamentar una secuencia de enseñanza, en cierta parte. Es decir, son aplicadas a medias, pudiendo esto tener consecuencias en una consecución parcial de los objetivos planteados en vez de en su totalidad. Ejemplo de ello es el hecho de proponer una pregunta con sentido para el alumnado que guíe la secuencia. Vemos que sí se enuncia una frase a la que el alumnado da respuesta pero, ni se hace con carácter interrogativo como tal ni posee la funcionalidad suficiente para desarrollar la secuencia en torno a esa pregunta. Asimismo, al igual que en mi propia propuesta inicial, ni se plantea la necesidad de buscar pruebas como paso indispensable para el estudio de una hipótesis ni, se da la oportunidad de reflexionar en diseños de pruebas que nos permitan obtener los datos necesarios para poder afirmar o no la hipótesis propuesta. Además, en esta propuesta, el alumnado tampoco tiene la oportunidad de obtener datos por sí mismos sino que estos son dados directamente por el docente, lo cual evita el método científico en cierta parte, trasladándose hacia una clase magistral. Sí apreciamos en cambio la expresión de hipótesis y, por ello, de ideas previas, esenciales para poder crear el conflicto cognitivo que propicia el aprendizaje. De igual manera, el modelo construido sí es utilizado para realizar predicciones, aunque no evaluado.

❖ Propuesta extraída de la literatura científica: Una vez completada la lectura de distintas secuencias didácticas para la enseñanza de ciencias en Educación Primaria extraídas de la literatura científica, tales como son:

- Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria (Greca et al., 2021).
- Ni flota ni se hunde: ¿es posible iniciar el modelo de fuerzas en educación primaria? (Hernández et al., 2022).
- El modelo de ser vivo: una secuencia indagativa con alumnado del grado de Educación Primaria. Enseñanza de las ciencias (Maguregi, 2013).

Aplicaremos el cuestionario a la secuencia “Ni flota ni se hunde: ¿es posible iniciar el modelo de fuerzas en educación primaria?” pues desarrolla la secuencia sobre modelo de fuerzas y flotación, siendo este el contenido general sobre el cual deba desarrollar mi secuencia didáctica de investigación, utilizando así esta secuencia como punto de partida para el diseño de la mía propia. (Ver Anexo 8.3. Cuestionario aplicado a la propuesta extraída de la literatura científica)

Tras completar el cuestionario a dicha secuencia vemos que cumple con casi todas las ideas clave. Pero, incluso siendo parte de la literatura científica, se vuelve a no plantear la necesidad de buscar pruebas como paso imprescindible para el aprendizaje científico. De igual manera, no se plantea la secuencia dentro de un contexto cercano al alumnado lo cual hace que este aprendizaje pueda ser visto como únicamente un contenido así y no como parte de la realidad. Por último, sí que se utiliza el modelo construido para predecir fenómenos y explicar situaciones pero, este no es evaluado.

Tras aplicar el cuestionario a distintas secuencias de distintos autores, podemos obtener ciertas conclusiones generales acerca del grado de sustentación teórica que dichas propuestas poseen y de aquellas carencias más comunes. En primer lugar, se reivindica la necesidad de plantear la propuesta de actividades relacionándola con un contexto cercano al alumnado. Asimismo, debemos de dar la oportunidad metacognitiva de hacer visible una reflexión de lo que estamos haciendo, es decir, hacer que el alumnado sea consciente de que para poder investigar acerca de si algo es cierto, esto debe ser probado y para ello deben de conocer cuáles son los datos que permiten obtener una conclusión útil y cómo se puede llegar hasta ellos. Asimismo, en un nivel superior de utilización del modelo, este puede ser evaluado. Siendo estas las carencias de ideas teóricas claves más comunes. A estas debemos sumar las ya mencionadas: plantear una pregunta con sentido sobre la cual se desarrolle la propuesta, expresar y discutir hipótesis, llevar a cabo una búsqueda de pruebas (previamente



conocida su necesidad y propuesto su diseño), obtener datos e informaciones que permitan obtener conclusiones válidas para argumentar si la hipótesis propuesta es cierta o no, pudiendo así progresar desde los modelos iniciales hasta un modelo científico (escolar). Finalmente, dicho modelo podrá ser utilizado y evaluado en otros sucesos distintos al investigado.

De esta manera, tenemos ya un conjunto de ideas clave derivadas del avance en la investigación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, sobre las cuales debe fundamentarse una propuesta de secuencias de enseñanza de prácticas científicas y, además, estando operativizadas de manera práctica en un cuestionario el cual puede ser sencillamente aplicado a cualquier secuencia de aprendizaje científico.

Con ello, en este trabajo de investigación, se propone el diseño de una secuencia de actividades para la enseñanza de la flotación y el modelo de fuerzas en Educación Primaria. Está será confeccionada y adaptada al contexto de un grupo-clase concreto. La secuencia será implementada en el aula y, posteriormente evaluada.

4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA SOBRE MODELO DE FUERZAS Y FLOTACIÓN

Para el diseño de la siguiente propuesta de actividades sobre la enseñanza del modelo de fuerzas y flotación, se ha utilizado como punto de partida la siguiente secuencia extraída de la literatura científica: *Ni flota ni se hunde: ¿es posible iniciar el modelo de fuerzas en educación primaria?* (Hernández et al., 2022). Como se ha mencionado en el apartado 3.2, dicha secuencia ha sido analizada y discutida empleando el cuestionario de análisis presentado en el apartado 3.1.

Esta secuencia será adaptada realizando las modificaciones oportunas para su implementación en un grupo específico de un contexto socio escolar determinado. Este grupo, es la clase de 1º curso de Educación Primaria del colegio C.E.I.P. Clara Campoamor, situado en Huércal de Almería (Almería), concretamente el grupo de 1ºB.

4.1. Contexto y características del grupo

El C.E.I.P. Clara Campoamor destaca principalmente por ser un centro con una metodología basada en el trabajo por proyectos, con un carácter globalizador de los contenidos, adaptados a los intereses del alumnado.

En relación al contexto sociocultural que rodea al centro, encontramos que las familias del centro poseen un nivel socioeconómico acomodado, donde, salvo alguna

excepción, ambos padres suelen trabajar y están verdaderamente comprometidos con la educación de sus hijos. Un gran porcentaje de las familias son usuarios de los servicios extraordinarios que ofrece el centro, tales como las actividades extraescolares de diversas materias. Todo ello desemboca en un gran compromiso con la educación y la enseñanza, tanto por parte del alumnado como de las familias.

En concreto, el grupo de 1ºB es un grupo heterogéneo en el cual, se aprecian las diferencias de desarrollo madurativo y cognitivo del alumnado, aunque la línea de trabajo es la misma para todos, existiendo ciertas adaptaciones principalmente en relación a la lectura y escritura, en la que parte del alumnado continúa iniciándose. El hecho de trabajar por proyectos y de, utilizar los sucesos del día a día y de la propia realidad que rodea al centro como medio para introducir los contenidos a trabajar, hace que el alumnado se caracterice por una notoria flexibilidad metodológica lo cual, es un punto a favor a la hora de la implementación de la una secuencia relacionada con un contenido que aún no han trabajado formalmente y que a simple vista, podría resultar muy complejo en este curso.

Uno de los pilares fundamentales del trabajo diario en el aula es el cooperativismo. Se trabajan por pequeños grupos denominados equipos en los que se rigen ciertas normas como son la democracia, el respeto y el intercambio de ideas y de ayuda entre iguales, si esta fuese necesaria. Asimismo, este grupo está más que acostumbrado a realizar autoevaluaciones así como evaluaciones a otros compañeros de manera objetiva y constructiva, señalando aquello de lo que está más orgulloso así como indicando propuestas de mejora. Igualmente, están muy iniciados en la educación emocional, sabiendo seleccionar aquella emoción que sienten en un momento concreto y siendo capaces de expresarla verbalmente.

Por ello, la secuencia a implementar se adaptará a estas circunstancias descritas.

4.2. Qué quiero que aprendan: contenidos propuestos

Como ideas esenciales que debe de poseer la persona formada científicamente siendo, en este caso, el docente, sobre el modelo científico de fuerzas son las siguientes: (Beltrán, 2021)

❖ Cada fuerza existente es la medida de una acción desde el exterior que se está ejerciendo sobre un objeto. Toda fuerza posee dirección y sentido. Estas son representadas mediante un vector y su valor se mide en Newton (N).

❖ Realmente, esa acción del exterior que se ejerce sobre el objeto es mutua ya que, el objeto también ejerce una acción sobre el exterior. Cada fuerza es una medida de una interacción: si A ejerce una fuerza sobre un objeto, entonces el objeto ejerce la misma fuerza en sentido contrario sobre A.



- ❖ Ningún objeto puede aplicarse fuerza a sí mismo, ni posee fuerza *per se*. Únicamente son capaces de “empujar” otro objeto, y este a ellos.

- ❖ Si sobre un objeto están actuando varias fuerzas al mismo tiempo, estas son sumadas según dirección y sentido.

- ❖ Si la suma de las fuerzas que están actuando sobre un objeto es cero, dicho objeto mantiene su velocidad: permanece en reposo si este estaba parado o bien se mueve en línea recta a una velocidad constante si estaba previamente en movimiento. En cambio, si la suma de las fuerzas que están actuando sobre un objeto es distinta de cero (denominamos el resultado de esta suma la fuerza neta o fuerza resultante), se estará modificando el movimiento del objeto, de distinta forma según la dirección y sentido de la fuerza respecto a la dirección y sentido del movimiento.

Sin embargo, dichos conocimientos propios del modelo científico de fuerzas no pueden ser desarrollados en todo su detalle en una secuencia de actividades para educación y, más concretamente en 1º curso de esta etapa. Por ello, debemos seleccionar y adaptar las ideas claves que conformarán el modelo científico (escolar) que será construido por el propio alumnado, sentando con la adquisición de estos conocimientos, las bases de un aprendizaje progresivo más complejo en un futuro. Tras analizar las características del alumnado, se seleccionan los siguientes contenidos a aprender:

- ❖ Cada fuerza es la medida de una acción desde el exterior que se está realizando sobre un objeto. Cada fuerza tiene dirección y sentido, y se representa mediante un vector (una flecha).

- ❖ Ningún objeto puede aplicarse fuerza a sí mismo, ni posee fuerza. Cuando tenemos la sensación de que los seres vivos se empujan a sí mismos, en realidad lo que hacen es que empujan a otro objeto (el suelo, el aire, el agua...) y ese otro objeto les empuja a ellos.

- ❖ Existe una fuerza que es ejercida por la Tierra (o cualquier planeta) sobre cualquier objeto que se encuentre sobre su superficie o cerca de ella. Esta fuerza es vertical y se dirige hacia el centro de la Tierra o el planeta, en este caso “hacia abajo”. Su valor dependerá de su masa. Se denomina Peso.

- ❖ Existe una fuerza ejercida por un líquido (o un gas) sobre un objeto que se encuentra total o parcialmente sumergido. Tiene dirección vertical y sentido hacia arriba. Se denomina fuerza de Empuje o fuerza de Arquímedes.

- ❖ La fuerza Empuje ejercida por un líquido sobre un objeto que se encuentra total o parcialmente sumergido en él, será mayor cuanto más parte sumergida haya del objeto en el líquido.

4.3. Diseño de la propuesta para enseñanza de modelo de fuerzas y flotación en 1º de Educación Primaria

Hasta el momento he explicitado los fundamentos didácticos y de carácter científico sobre lo que va a descansar la propuesta. A continuación, voy a preservar la secuencia de actividades que representa mi hipótesis didáctica.

El diseño de la secuencia propuesta para la enseñanza del modelo de fuerzas y flotación, con intención de ser implementada en el grupo 1ºB de Educación Primaria del C.E.I.P. Clara Campoamor, se rige por la siguiente estructura. En primer lugar, se encuentra resaltado en negrita el enunciado o indicaciones que se dirán en el aula para presentar las distintas actividades. Seguidamente se presenta el objetivo a alcanzar con dicha actividad, así como una explicación detallada de la misma. Finalmente, vendrán indicadas las expectativas sobre cada una de las actividades, el desarrollo de las mismas y, especialmente lo que se espera de las respuestas del alumnado. Se detalla a continuación la secuencia:

1. Actividad de aproximación a la SEA

Con dicha actividad, se pretende favorecer de manera indirecta un contexto cercano que ofrezca la posibilidad de exponer posteriormente al alumnado la pregunta que guiará la SEA sin que esta surja de manera independiente al día a día del aula y así evitar que sea vista como algo externo sin relación con el trabajo diario. Esto es necesario para propiciar en el alumnado, una dotación de sentido hacia la secuencia que se va a trabajar, conectándola en este caso, con la siguiente actividad previa. Debido a que el desayuno se hace en clase aproximadamente a las 11:00h, a veces el docente aprovecha para contar un cuento o reproducirlo si este es digital. Por ello, en este caso, con el fin de crear un contexto que favorezca la motivación por aprender el porqué podemos flotar en el agua, el docente leerá un día previo a la implementación de la secuencia el cuento “La bruja que consiguió flotar”. (Ver Anexo 8.4. Cuento “La bruja que consiguió flotar”)

-1.1. Recordatorio de la actividad de aproximación y relación de la SEA con esta.

Como comienzo en el primer día implementación de la secuencia, el docente hará alusión a la actividad de aproximación, es decir, recordará el cuento leído de “La bruja que consiguió flotar”, de la siguiente manera: *“¿Recordáis que en el cuento de ayer, la bruja descubrió que era capaz de flotar en el agua?” “¿Me surge una duda, entonces todas las personas y todos los objetos son capaces de flotar o hay algunos que se hunden? ¿Queréis descubrir por qué ocurre esto? Vamos a investigarlo”.*

2. El docente plantea al alumnado la siguiente pregunta:



“¿Crees que esta lata de Coca-Cola Light flotará o se hundirá en agua? ¿Por qué crees eso? Dibuja cómo quedaría la lata en el agua en la actividad 1 del siguiente cuadernillo.”

Esta actividad se plantea con distintos objetivos didácticos. En primer lugar, es necesario que el alumnado sea consciente de que, para poder investigar acerca de un tema de una manera científica, es necesario tener claro la pregunta de la cual queremos hallar su respuesta. Es decir, debemos crear en el alumnado la necesidad de reconocer las preguntas con sentido sobre las cuales se organizará el proceso de trabajo científico. En segundo lugar, se pretende favorecer la expresión de ideas, basadas en las concepciones del alumnado, a partir de las cuales elaborarán sus hipótesis personales que tratan de dar respuesta a la pregunta planteada. Es decir, el alumnado da a conocer mediante la expresión sus modelos iniciales, siendo estos indispensables para su conversión en modelos científicos puesto que si no hay conflicto cognitivo basado en las ideas previas no hay aprendizaje posible. Asimismo, una enseñanza muy importante en este punto es el hecho de que, en investigaciones científicas, no tiene por qué haber una única hipótesis sino que, son admitidas distintas respuestas como posibles hipótesis, siempre que estas no sean disparatadas o fantasiosas. La pregunta arriba enunciada vendrá escrita en un cuadernillo que se dará de manera individual a cada estudiante. (Ver Anexo 5: Cuadernillo del estudiante). Asimismo, debido a que el alumnado se encuentra en una etapa de iniciación lectora, esta será formulada por el docente en voz alta. Con el fin de reducir la abstracción de la pregunta y, siendo conscientes de que el nivel en el que nos encontramos, el alumnado es más receptivo a pensar sobre algo concreto y observable, se les mostrará físicamente la lata y el recipiente de agua.

El motivo de realizar esta pregunta en primer lugar de manera individual se debe a las características del grupo clase. Estos, están acostumbrados a expresar su opinión personal en voz alta de manera espontánea, haciendo así que las hipótesis de unos se conviertan en las de otros de manera automatizada sin ser su concepción real. Para evitar este efecto arrastre, se deja un tiempo de reflexión personal y se pide que elaboren su respuesta argumentada a la pregunta. Como hay una pequeña parte del alumnado que aún no se ha iniciado en la escritura fluida, se les facilitará un cuadernillo del estudiante en el cual se recogerán sus respuestas dando la posibilidad de que esta sea de manera gráfica. En este caso, en la actividad 1 de dicho cuadernillo, deberán dibujar cómo creen que quedará la lata mostrada si esta se deja caer al recipiente de agua. Es decir, deben plasmar su hipótesis personal acerca de la pregunta planteada. Asimismo, una vez todos hayan dibujado lo que creen que ocurriría, es decir, su hipótesis, deberán de reflexionar acerca de por qué creen que pasará eso. En este caso, no es

necesario escribirlo debido a las características de la edad del alumnado. En relación a las expectativas que se tienen acerca de los dibujos que el alumnado realizará, es decir, acerca de sus hipótesis se contemplan las siguientes:

-Lata justo por encima del agua. En este caso, es de esperar que el alumnado piense que flotar es igual a posarse en la superficie del agua sin llegar a sumergir ninguna parte del objeto.

-Lata sumergida por la mitad en el recipiente y la otra mitad en el exterior. Es posible que relacionen la flotación del objeto con la ocurrida con las personas y, en este caso, con ellos mismos. A la edad en la que se encuentra el alumnado, tiende a un pensamiento egocéntrico en el que la realidad se explica según los sucesos que le ocurren al propio niños. En este caso, como cuando el alumnado se baña en la playa o en una piscina, suele tener parte del cuerpo sumergida y, otra parte en el exterior; es posible que extrapolen este suceso a cualquier objeto si preguntamos por su flotación.

-Lata hundida completamente. Otra de las opciones es que, se dibuje la lata sumergida al fondo del recipiente. La explicación que es posible que de el alumnado a este hecho es debido a que la lata pesa mucho y por ello, se hunde. Es decir, lo atribuyen a la magnitud del peso del objeto.

-2.1. Una vez todos han dibujado su hipótesis, el docente irá preguntando por ella individualmente en voz alta así como preguntando el porqué de esa idea.

Con esta actividad, fortalecemos como contenido la expresión de ideas y especialmente la validez de hipótesis por distintas que estas sean, siempre dentro de una realidad física, esta vez siendo compartidas con el resto de alumnado ya que el simple hecho de enunciar en voz alta nuestras hipótesis hacen que estas nos parezcan válidas como punto de partida para la investigación científica. Estas se irán apuntando en la pizarra a modo de resumen de primeras hipótesis, siempre y cuando no sean disparatadas, como por ejemplo podría ser que la lata desaparecerá, algo completamente inviable y fuera de lugar. Se espera así que los dibujos anteriormente realizados sean descritos como respuesta a la pregunta planteada. En relación a los argumentos que el alumnado utiliza para sostener su idea, se prevén explicaciones como las siguientes, entre otras:

-La lata se quedará por encima del agua porque es más pequeña que la cantidad de agua, es decir flotará.

-La lata flotará porque pesa poco.

-La lata quedará la mitad sumergida y la mitad en el exterior, igual que nosotros en la playa.

-La lata se hundirá porque pesa mucho.



-La lata se hundirá porque no puede/sabe nadar.

Lo relevante es que debe quedar claro en el alumnado que toda expresión de hipótesis lógica y fundamentada es válida.

3. Seguidamente, se propone que discutan en los grupos ya formados sus distintas hipótesis personales, dando como motivo de sus respuestas los argumentos en los que se basan y tratando de rebatir las de sus compañeros. Finalmente, se pedirá que lleguen a un acuerdo si esto es posible.

Esta actividad se plantea con el propósito de dar lugar a la discusión de ideas o hipótesis personales del alumnado así como tratar de que el alumnado interiorice la importancia de este paso como parte de cualquier investigación científica. El conflicto cognitivo es indispensable como motor de un aprendizaje y, en la discusión de ideas argumentadas entre iguales es un contexto ideal para generar confusión con nuestras propias ideas, confirmando estas o por lo contrario, haciendo cambiar de opinión, lo cual es totalmente válido y enriquecedor, siempre que sea de manera justificada y no como consecuencia del efecto arrastre ya sea por amistad o liderazgo. En relación a la disposición elegida para esta actividad y para algunas de las siguientes, es necesario recalcar que uno de los pilares del proyecto educativo de este centro es el trabajo en equipo entre el alumnado, así como la cooperación y el debate argumentado. Es por ello que, cualquier decisión de diversa índole que forme parte del proceso educativo, es tratada en equipo mediante un trabajo de expresión, discusión y entendimiento. Trasladado a la secuencia didáctica propuesta, se utiliza este medio como espacio para la expresión y discusión de ideas, provocando el conflicto cognitivo entre iguales. Especialmente, el trabajo en equipo nos es muy útil en este curso educativo y, concretamente en este grupo, debido a que hay una diversidad innegable entre los componentes de los distintos equipos en cuanto a maduración cognitiva, conocimientos adquiridos, grado de socialización... En gran parte motivada por la carencia de asistencia de algún niño a etapas educativas no obligatorias, así como por vivir períodos con pocos estímulos debido a la situación causada por la pandemia o, por el propio nivel de desarrollo cognitivo de cada niño/a. Por ello, los equipos compensan estas carencias y aquellos más avanzados son de gran ayuda a la hora de que aquellos niños menos avanzados puedan expresar sus concepciones e ideas. Una vez finalizada la discusión y, llegado el equipo al acuerdo o no, el alumnado deberá volver a dibujar en su cuaderno de estudiante, en este caso, en la actividad 2, cómo creen que quedará la lata si se deja caer al recipiente con agua. La hipótesis puede ser la misma que en la primera actividad o bien, cambiar tras haber discutido con sus compañeros las distintas posibilidades. Una vez terminada la expresión y

discusión de ideas entre equipos, el docente irá preguntando a cada equipo las hipótesis propuestas y el porqué de este pensamiento. Estas, serán apuntadas en la pizarra a modo de recopilación de hipótesis. Se esperan respuestas similares a las mencionadas en la actividad 2 y 2.1. En este caso, conociendo las características del alumnado perteneciente a los distintos grupos, se espera que las hipótesis se reduzcan a una por grupo ya que suele haber acuerdo en las distintas discusión de ideas que se han llevado a cabo durante el curso o, en caso contrario, un máximo de dos respuestas por equipo. Es previsible que se repitan hipótesis como las siguientes:

-”Flotará porque pesa poco / Flotará porque pesa menos que el agua / Flota porque es más pequeña que el agua / Flota porque nosotros flotamos en el agua”. En este caso, podemos encontrar dos tipos de dibujos. En primer lugar, es posible que consideren flotar a permanecer el objeto por encima del agua sin llegar a sumergir ninguna parte, algo que es erróneo y que puede suponer una dificultad en la secuencia; o, flotar como el hecho de tener una parte del objeto dentro del agua y otra fuera. Debe aclararse si esta duda surge que flotar es significado de tener una parte sumergida y otra en el exterior. Se esperan hipótesis como:” se hundirá porque pesa mucho” o “se hundirá porque no sabe nadar”. A partir de estas, podremos comenzar a trabajar para avanzar en nuestra investigación científica.

4. Una vez apuntadas en la pizarra, el docente pondrá como ejemplo algunas de las hipótesis formuladas. Seguidamente, preguntará en voz alta al grupo completo. ¿Cómo podríamos saber si es verdad que la lata de CocaCola se hundiría/flotaría porque...(incluir hipótesis)?

El motivo de esta breve actividad en voz alta es el hecho de plantear en el pensamiento del alumnado la necesidad indispensable de buscar pruebas para poder validar o no una hipótesis o, cualquier idea científica que puedan tener. Momentos como estos, de pararse a reflexionar qué estamos haciendo y por qué, en vez de realizar un experimento sin saber la necesidad del mismo, resultan clave para el cambio epistemológico y por ello, para la progresión desde los modelos iniciales hacia los modelos científicos (escolares). De esta manera, se materializa la reflexión acerca de los distintos criterios existentes para aceptar conocimiento en ciencia pero no solo en ella, sino también propicia el desarrollo del pensamiento crítico: considerar las ideas como hipótesis y no como certezas, pudiendo estas ser aceptadas mediante pruebas. Se espera así que el alumnado dirija sus respuesta hacia enunciados como el siguiente: “dejando caer la lata a ver qué pasa”, “probando a ver qué ocurre si tiramos la lata al recipiente con agua”. En este caso, el docente debe conducir esas



respuestas hacia la siguiente: “comprobándolo, buscando pruebas y viendo qué ocurre podemos comprobar si es cierto o no”.

-4.1. Tras esta pregunta, el docente elegirá las hipótesis planteadas relacionadas con el peso del objeto, tales como “la lata de Coca Cola Light se hundirá porque pesa mucho” o, “la lata de Coca Cola Light flotará porque pesa poco” volverá a preguntar al grupo, ¿Cómo podemos comprobar si los objetos más pesados son aquellos que se hunden y los más ligeros aquellos que flotan? ¿Qué pasos debemos seguir?

El objetivo de esta actividad es que el alumnado interiorice que, en lugar de pasar directamente de la formulación de hipótesis a buscar información o datos sin plan previo, es conveniente discutir y planificar previamente cuáles son los datos o el tipo de información que necesitamos y cómo podemos llegar a ellos, así como en qué medida somos capaces de contrastar las hipótesis formuladas con el diseño de búsqueda de pruebas realizado. Para la realización de dicha actividad, de nuevo por grupos, se les encargará diseñar o idear alguna manera que nos sea útil para comprobar si lo más pesado es lo que se hunde y lo menos pesado es lo que flota. Se les pedirá qué pasos debemos seguir para poder llevar a cabo esa comprobación. Se deja un espacio para el trabajo en equipo, en el cual cooperativamente deben llegar a un acuerdo para un diseño simple de búsqueda de pruebas que nos permita comprobar si aquello más pesado es lo que se hunde y lo menos pesado es lo que flota. Se espera algún diseño como el siguiente, al cual si no deberíamos llegar con la guía del docente: ”tratamos sumergir en agua objetos más pesados y menos pesados y vemos cuáles se hunden y cuáles no.”

5. Una vez hecho el diseño en el cual dejaremos caer al agua objetos más pesados y menos pesados para comprobar si estos flotan o no, con ayuda del docente, se lleva a cabo dicha búsqueda de pruebas.

-5.1. Formulación de hipótesis

De nuevo, se plantea una actividad de formulación de hipótesis a una pregunta dada con la finalidad de que el alumnado sea capaz de, inconscientemente, expresar cuáles son su concepciones acerca del fenómeno sobre el que se pregunta y, a partir de estas, construir nuevo conocimiento científico. De esta manera, se pretende que el alumnado valore la expresión de ideas, dándole a estas la validez que merecen. En primer lugar, se mostrará al alumnado los objetos los cuales serán probados para comprobar su flotación o no:

-Un termo -Una lata de Coca Cola light -Un bote pequeño denso

Con el fin de ejercitar de nuevo la expresión de hipótesis para posteriormente poder crear un conflicto cognitivo en el alumnado y, con carácter previo a probar si dichos objetos flotan o no, se les pedirá que, en la siguiente actividad del cuaderno de estudiante, indiquen en una tabla si cada objeto creen que flotará o no. Dicha tabla será utilizada de nuevo más adelante para que, tras la discusión de ideas, tengan la posibilidad de indicar cualquier cambio que tengan en su hipótesis en una nueva columna (sin borrar la primera hipótesis). Asimismo, esta servirá para indicar lo que ocurre una vez obtengan el resultado de las pruebas. De esta manera, podrán reflexionar acerca de cómo sus ideas han ido cambiando (es posible que no) a lo largo del proceso científico, lo cual es esencial para el aprendizaje. En voz alta comentaremos las hipótesis formuladas y se preguntará los argumentos en los que estas están basadas, llevando así a cabo una discusión de ideas en voz alta. Esta discusión de ideas también puede ser llevada a cabo en los pequeños grupos formados. Posteriormente a dicha conversación, deberán de volver a indicar cuál es su hipótesis, la cual puede variar de la primera. Esta segunda hipótesis deberán indicarla en la segunda columna de la tabla dada en la tercera actividad del cuadernillo del estudiante. Debemos dejar claro que ninguna de los enunciados pronunciados son respuestas correctas o erróneas, sino que únicamente son ideas hipotéticas, es decir posibilidades que deben comprobarse para poder afirmar su veracidad. Es de esperar que, dichas hipótesis vayan dirigidas a que, el objeto que ocupa mayor volumen (termo) se hunda, y aquel que ocupa un volumen menor (flote). Es decir, que asocien una proporcionalidad directa entre volumen ocupado y peso. Para desmentir este hecho de manera que el alumnado lo interiorice, se propone la siguiente actividad.

-5.2. Por grupos y por turnos, cada alumno deberá cerrar los ojos. Sobre la mano de este, se irán colocando los tres objetos y deberán ordenarlos mentalmente por peso. Será cuando abran los ojos cuando descubran que, los objetos con mayor volumen son más ligeros de lo que pensaban y, viceversa.

El objetivo de la actividad propuesta es, que el alumnado sea capaz de desmentir, mediante la experimentación, la proporcionalidad directa entre volumen y peso, siendo esto un conocimiento indispensable que se debe adquirir para poder comprender el modelo de fuerzas que explica la flotación y el hundimiento. En relación al desarrollo de la actividad, el alumnado por grupo y siguiendo turnos, deberán cerrar los ojos. Sobre su mando se colocarán los distintos objetos y deberán indicar qué objeto es el más pesado. Cuando abran los ojos y descubran qué objeto se les estaba colocando, serán conscientes del conflicto causado en su pensamiento acerca de que el peso que atribuían al objeto no coincide con el real. De esta manera, podrán desprenderse del equívoco pensamiento que a mayor volumen, mayor peso.



El hecho de medir el peso de manera aproximada mediante percepción sensorial es debido a dos motivos. En primer lugar, los conocimientos aprendidos mediante lo sensorial son adquiridos con menor riesgo a que estos se olviden. Y, en segundo lugar, no debemos olvidar que nos encontramos en el primer curso de Educación Primaria. Y, el trabajar con unidades de medida puede ser contraproducente por la poca comprensión de estas. Sin embargo, no hay por qué dejarlas de lado de manera radical puesto que están acostumbrados a seguir rutinas y hacer mediciones que contemplan algunas unidades de medida sencillas, como las necesarias para medir los parámetros del tiempo diarios.

-5.3. A continuación, se llevará a cabo la comprobación propuesta por el diseño de búsqueda de pruebas. De esta manera, se dejarán caer al agua los tres objetos ya mencionados, debiendo obtener datos e informaciones de dichas acciones.

El objetivo y, a su vez, contenido a adquirir por el alumnado con dicha actividad es, conocer la necesidad de obtención de datos y/o informaciones necesarias para poder validar o no nuestra hipótesis. Para ello, puede llevarse a cabo un experimento como es el caso de esta actividad o bien, mediante una búsqueda fiable de información. Los datos obtenidos se caracterizarán por la objetividad. Con respecto al desarrollo de la actividad, una vez los objetos están ordenados por peso, se dará a cada equipo un recipiente de agua (no deberá colocarse antes pues si no sería únicamente objeto de distracción, especialmente en este grupo que se caracteriza por ser muy observador y por ello a la vez, por poseer la fácil capacidad de distracción si nos encontramos con la presencia de algún objeto poco común). Será ahora cuando, en cada grupo, sumerjan uno a uno los tres objetos. En la misma tabla de la tercera actividad del cuaderno de estudiante, deberán indicar qué ha ocurrido con los distintos objetos, para ello tendrán una columna habilitada a continuación de las dos anteriores. Para la sorpresa de una gran mayoría, los resultados serán los opuestos a los esperados, creando un conflicto cognitivo entre su hipótesis y la realidad que ellos mismos están visualizando. Debemos aclarar que, a partir de estos datos o informaciones obtenidos mediante búsqueda de pruebas, sí que podemos distinguir lo correcto de lo erróneo. Es decir, ahora sí hay una verdad demostrable, lo contrario que ocurría con lo indicado en las dos primeras columnas, que son ideas hipotéticas. Una vez terminada esta comprobación, se recogerán y guardarán el termo y el bote pequeño (evitando el juego con estos y por consiguiente la distracción), con el fin de centrarnos únicamente en la lata de Coca Cola light, con la cual trataremos de explicar el por qué de nuestro experimento y por qué se contradecía con lo que la hipótesis formulaba.

6. El docente enunciará en voz alta la siguiente pregunta a modo de recordatorio: “¿Os acordáis cuando estábamos con los ojos cerrados sujetando los objetos?”. Seguidamente, se elige un voluntario y, a la vista de todos, le pedimos que extienda la palma de su mano. Sobre esta, le colocamos una lata de Coca Cola Light y, le preguntamos sobre la sensación que siente. Esto mismo puede repetirse en todo el alumnado en los distintos grupos para que todos lo experimenten.

En esta actividad, se tiene como finalidad la adquisición del conocimiento por parte del alumnado de la existencia de las fuerzas implicadas en la flotación o hundimiento de objetos. En concreto, estas son la fuerza peso, que es una propiedad ajena al cuerpo que la sufre pues es la fuerza con la que la gravedad de la Tierra atrae hacia ella un objeto. Es decir, es ejercida por la Tierra. En segundo lugar, se pretende que el alumnado comprenda la existencia de la fuerza empuje, la cual es una fuerza opuesta al peso ejercida por otra sustancia distinta al cuerpo referido, como puede ser el agua, el aire o una mano que sujeta a un objeto. En este caso, con dicha actividad sensorial, conseguimos que el alumnado experimente en su propio cuerpo las fuerzas que interfieren en el proceso de flotación o hundimiento. Entonces, preguntamos qué hacia dónde nota que va el peso de la Coca Cola, el cual va “hacia abajo”, “hacia la mano”. Debido a la corta edad del alumnado, a que aún no han trabajado formalmente contenidos relacionados con física y, a la dificultad de probarlo y que esto sea aceptado, explicamos que esa fuerza hacia abajo está ejercida por la Tierra, la cual atrae a todos los objetos hacia el suelo y que, por eso nosotros andamos por el suelo. Para hacer más convincente en el alumnado la certeza de que, la gravedad y, por ello, el peso de los objetos no es una propiedad en sí del objeto sino de la Tierra, se pondrá como ejemplo lo ocurrido fuera de La Tierra. En primer lugar, se reproducirá un vídeo de astronautas flotando dentro de un satélite, en el cual, al estar fuera de la Tierra, esta no ejerce la fuerza del peso y por ello no se van hacia el suelo. Es decir, al no estar en la Tierra, los astronautas no andan por el suelo como nosotros sí hacemos. Esto es una manera visual de desvincular el peso como propiedad del objeto y relacionarlo así con la Tierra como quien ejerce la fuerza sobre otro objeto. De igual manera, el docente les dirá al alumnado que la Luna ejerce un peso mucho menor sobre los objetos que la Tierra ya que es más pequeña y por eso “tiene menos fuerza” es decir allí nosotros pesaríamos menos, seríamos atraídos con una fuerza menor. Para visualizar este hecho, se pedirá al alumnado que comiencen a moverse por el aula como si estuviéramos en la Luna, será el docente quien comience y el grupo le siga. Una vez realizadas ambas actividades, se espera que se haya aclarado el concepto de la fuerza peso como una propiedad que ejerce la Tierra sobre el objeto, “tirando” de él hacia el centro



de la Tierra. No nos detendremos más en esta parte para no dar margen a que se desvíe el tema de la clase, algo muy común en este grupo en especial, pues tienen una gran capacidad de formular preguntas acerca del porqué de fenómenos que nada tienen que ver con lo que se está trabajando. Una vez enunciamos que existe una fuerza denominada “peso” que va hacia la Tierra, preguntaremos: ¿Entonces por qué no se cae?. Se espera que la respuesta dada vaya dirigida hacia, “necesito sujetarlo para que no se caiga”, “no se cae porque estoy fuerte”, “porque la mano lo sujeta hacia arriba”, “porque estoy haciendo fuerza para que no se caiga...”, etc. Es entonces, cuando enunciamos la existencia de otra fuerza, la cual ejerce la mano y va hacia arriba, en dirección contraria al peso. A esta la denominaremos empuje. Lo ocurrido lo dibujaremos en la pizarra, dibujando el suceso y las flechas referentes a las fuerzas que intervienen en el proceso de sujetar la lata con la mano. Entonces, el docente preguntará a la clase: ¿Cómo son las dos fuerzas si la CocaCola no se mueve? ¿Será el peso mayor que el empuje, el empuje mayor que el peso o serán iguales? Se espera que el alumnado de la respuesta correcta, diciendo que estas serán iguales porque si no se iría hacia arriba o hacia abajo pero que, como no se mueve, deben ser iguales. En caso de que esta respuesta no se de, el docente conducirá la clase hacia la misma, explicando que fuerza peso y fuerza empuje tendrán el mismo valor. Lo ocurrido de sujetar la Coca Cola con la mano, será reproducido por cada equipo, con flechas hechas de Goma Eva, para de nuevo ayudar a interiorizar los aprendizajes tan abstractos en un corta edad mediante recursos materiales.

7. Una vez que conocemos que, si las fuerzas son iguales, el objeto se mantendrá en reposo, preguntamos qué pasaría si esto no se cumple.

Esta actividad está planteada con el propósito de reforzar de nuevo la expresión y discusión de ideas como paso imprescindible, así como la necesidad de buscar pruebas de cuyos resultados podamos obtener datos o informaciones que nos permitan validar o rechazar las hipótesis propuestas. Asimismo, como contenido importante en dicha actividad a adquirir por el alumnado destacamos el esquema de sucesos cuando las fuerzas peso y empuje no poseen el mismo valor. Por tanto, el conocimiento de que, si el peso es mayor que el empuje ejercido sobre un cuerpo, este se desplazará hacia el centro de la Tierra y, por lo contrario, si el empuje es mayor que el peso ejercido sobre un cuerpo, este será desplazado en dirección contraria al centro de la Tierra. En relación al desarrollo de la actividad, para la expresión de sus hipótesis acerca de dicho suceso, deberán completar la siguiente actividad en el cuadernillo de estudiante. En esta, habrá una tabla en la cual, en su primera columna, deberán indicar con flechas hacia dónde iría la lata de Coca Cola si se ejerce un empuje mayor que el peso y, al contrario, es decir, si el empuje ejercido fuera menor que el peso, cuál

sería la fuerza neta. Una vez recogidas las primeras hipótesis se hará una pequeña puesta en común entre todos de manera argumentada. Podrán escribir una nueva hipótesis en la segunda columna sin borrar la anterior tras la puesta en común. Seguidamente, ejemplificamos lo que ocurriría en ambos casos. Se hará con un voluntario, al cual le pediremos que en un primer momento, haga mucha fuerza con la mano para sujetar la lata e incluso levantarla hacia arriba. Se verá así que, cuando el empuje es mayor que el peso, la lata se va hacia arriba. En un segundo momento, le pediremos que deje la mano “muerta”, sin ejercer nada de fuerza. En este caso, al ser el empuje menor que el peso, la lata se irá hacia el suelo, en el cual deberemos colocar algo blando para que la lata no se rompa al caer.

Una vez visto lo ocurrido, deberán rellenar la tercera columna de la tabla con los resultados obtenidos tras la ejemplificación, es decir, tras la comprobación. Se espera que quizás haya errores de confusión de las fuerzas y sus primeras hipótesis sean justamente contrarias a la realidad o, en caso contrario, que sus primeras hipótesis sean válidas en el caso de una escucha y lectura atenta de la actividad.

8. Una vez que han quedado claros los conceptos de peso y empuje, volvemos a la lata de Coca Cola Light sumergida en agua. Sumergimos de nuevo la Coca Cola en el agua, viendo que esta, ni flota ni se hunde. Dibujamos en la pizarra la situación y, a su vez, lo dibuja cada estudiante en la actividad 1 del cuaderno. A continuación, tendrán que dibujar las flechas que indican el peso y el empuje. Preguntamos cómo podríamos calcular, es decir ponerle un número al peso de la Coca Cola.

Con esta actividad, se pretende que el alumnado interiorice que es necesario buscar pruebas de las cuales sea posible obtener los datos necesarios para poder validar o no la hipótesis propuesta. Asimismo, en cuanto a contenidos específicos, se valora la identificación de fuerzas involucradas en un proceso de flotación, así como la posibilidad de su cuantificación mediante el uso de aparatos de medida. Con respecto al desarrollo de la actividad, una vez sumergida la lata y obtenida la información objetiva de qué ocurre, volvemos a la actividad 1 del cuadernillo del estudiante. Y, será en la tercera columna, en la cual el alumnado deba dibujar lo visualizado. El docente debe dejar claro que, este tercer dibujo sí es una verdad absoluta pues ha sido comprobado científicamente. Se dejará un momento de reflexión para que comparen lo ocurrido con las dos primeras columnas en las cuales ellos mismos reflejaron sus hipótesis y, así que ellos mismos sean consciente de la evolución de ideas por la que han pasado a lo largo del proceso

En relación a la última parte de la actividad, si no surge ninguna idea relacionada con la balanza, pondremos como ejemplo el hecho de cómo nos pesamos nosotros mismos. Esto



puede ser trasladado a la Coca Cola, por lo que podremos calcular el peso de la lata con una balanza, no se le dará mayor importancia a la unidad de medida pues en este nivel educativo es algo irrelevante. Pesamos la Coca Cola y obtenemos un número de 356. Ya sabemos hacia dónde va el peso y cuánto vale. En relación al empuje, planteamos la siguiente cuestión: “si antes el empuje era ejercido por la mano de nuestro compañero, quién está ejerciendo ahora el empuje? Es decir, ¿quién tira de la Coca Cola hacia arriba?”. Dejaremos un momento de reflexión entre equipos, se espera que en general den el agua como respuesta de quién ejerce el empuje o, en algún caso, también es posible confundan con el recipiente de agua, ya que es otro objeto que visualizan en el proceso, debiendo así descartarlo. Recapitulando lo ya aprendido de que, sabemos que si las fuerzas peso y empuje son iguales, el objeto se quedará en reposo, ¿podemos saber cuánto vale el empuje? Recordamos que la Coca Cola Light sumergida en agua se queda en reposo, ni flota ni se hunde. Se espera que, con estos conocimientos, el alumnado como grupo-clase sea capaz de deducir que, el empuje ejercido por el agua será también de 356, pues ya sabemos que el objeto no se moverá si peso y empuje tienen el mismo valor. Además, esto estará reflejado en la pizarra debido a actividades anteriores.

9. A continuación, el docente propone en voz alta la siguiente actividad: “Coged las bolas de poliespan y, tratad de hundirlas. ¿Qué sentís? ¿Cuándo os cuesta más trabajo intentar hundirlo, al comienzo o al final? Es decir, ¿cuándo hay mayor parte de la bola sumergida o cuándo menos?”

El contenido que se pretende transmitir con esta actividad es el hecho de que, la fuerza empuje va aumentando conforme aumenta la parte sumergida del objeto. Será el docente quién propondrá la siguiente actividad. En cada equipo, tenemos un recipiente de agua en el cual hemos estado sumergiendo objetos. Ahora, les pediremos que intenten sumergir un objeto que flote en el agua, como puede ser un bola de poliespan y, que nos trasladen su sensación acerca de si les costaba más sumergir al principio o al final. Es de esperar que digan que al final, será entonces cuando el docente explique (ya que en un nivel de 1º curso de primaria es complejo extraer el aprendizaje científico de este suceso) que, cuando mayor parte hay sumergida del objeto, mayor es la fuerza de empuje y por eso nos cuesta más trabajo seguir hundiendo el objeto, porque esta fuerza empuja en dirección contraria a la que nosotros ejercemos.

10. El docente enunciaría lo siguiente al grupo-clase: Ya sabemos que la Coca Cola Light ni flota ni se hunde porque PESO (peso de la Coca Cola) y EMPUJE (peso del

agua desalojada) son iguales, ambos 356. Pero, ¿qué ocurriría con una Coca Cola normal?

Con esta actividad, se tiene el propósito de evaluar y utilizar el modelo para la realización de predicciones trasladando el modelo científico (escolar) construido, a otros objetos distintos del estudiado. De esta manera, se propicia en el alumnado, el conocimiento de la posibilidad de traslación de aprendizajes para la resolución y comprensión de otros fenómenos distintos al que han trabajado. En cuanto al desarrollo de la actividad, se pide entonces que, en la siguiente actividad del cuadernillo de estudiante, completen la primera columna de la tabla, dibujando lo que creen que ocurrirá si dejamos caer la lata de Coca Cola normal al recipiente de agua. Asimismo, deberán dibujar las flechas relativas a las fuerzas peso y empuje. Estas podrán ser dibujadas variando su tamaño. Es decir, si creen que el peso es mayor que el empuje, la flecha del peso se podrá dibujar más larga que la del empuje, para ayudar a su visualización e interiorización. Se espera que formulen su hipótesis copiando el suceso de la Coca Cola Light, es decir, que dibujen la lata de manera de que esta ni flote ni se hunde. De igual manera, se tiene como expectativa que dibujen las flechas de peso y empuje con el mismo tamaño entre sí pues creerán que, como ocurrió con la lata Light, estas son iguales. Estas hipótesis serán expresadas en voz alta, así como discutidas. Tras esta discusión, tendrán la posibilidad de formular una nueva hipótesis dibujándola en una segunda columna, sin borrar la primera propuesta. Seguidamente, se comprobará, dejando caer la lata de Coca Cola normal al recipiente de agua. De esta prueba, obtendrán para su sorpresa que, lo ocurrido no coincide con su hipótesis. El resultado, es decir, los datos extraídos de cómo queda la lata, serán dibujados como prueba real y veraz en la tercera columna de la tabla, para que pueda ser comparado con la hipótesis. Ante la previsible sorpresa y confusión del alumnado, se explicará la diferencia entre ambas latas. Siendo esta que, la Coca Cola normal ocupa el mismo volumen que la Coca Cola Light pero, la primera lleva azúcar y por ello, al llevar más cosas, pesa más y por ello al ser su peso mayor, tiende a hundirse.

11. El docente enuncia lo siguiente: Volvemos hacia atrás... En la actividad número 5, hemos comprobado cómo algunos objetos, al contrario de lo que en un primer momento, flotaban y otros se hundían. Ya sabemos por qué ocurre las situaciones de la Coca Cola pero, ¿qué ocurre con el termo y el bote pequeño?

Esta actividad se plantea con el objetivo de utilizar el modelo para explicar otros fenómenos distintos al estudiado. En voz alta, para no agotar más en la escritura ni en el trabajo individual, el alumnado da la explicación mediante el uso de fuerzas de por qué el termo flota y el bote pequeño, al igual que la Coca Cola Light se hunde. De esta manera, el



alumnado es capaz de utilizar el modelo para explicar sucesos reales sin necesidad de medir. Se espera que, si la SEA ha cumplido con los objetivos que esta se proponía, las respuestas en relación a las fuerzas que influyen en el hundimiento del bote y la flotación del termo, sean correctas.

12. El docente, sin explicar nada, comienza a echar sal en el vaso con agua donde está hundida la lata de Coca Cola. El alumnado irá viendo como progresivamente la lata comienza a subir hasta llegar a flotar. Se deja el por qué como pregunta abierta.

Esta actividad se plantea con el objetivo de no cerrar definitivamente la secuencia y dejar una puerta abierta a continuar con la investigación sobre flotación, buscando así la sorpresa del alumnado. Se espera un aumento de la motivación del alumnado por el tema al que se hace referencia y un choque cognitivo que impulse un mayor aprendizaje y un deseo hacia este.

5. EVALUACIÓN DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA

5.1. Instrumentos de recogida de información

❖ Cuadernillo de actividades del alumnado: (Ver Anexo 5: Cuadernillo del estudiante). Todos los estudiantes cuentan con un cuaderno de actividades individual en el cual se distinguen actividades con un patrón común, exceptuando las últimas que tienen un carácter de evaluación emocional. Todas las actividades son a modo de tabla en las que, la primera columna está dedicada a dibujar su primera hipótesis acerca de lo que creen que ocurrirá en un suceso determinado, una segunda columna para volver a dibujar una segunda hipótesis tras la discusión de la primera con sus iguales y, una tercera columna en la cual deberán reflejar el resultado de las pruebas. Esta metodología basada en una primera reflexión individual para posteriormente, hacer una puesta en común y discusión de hipótesis en grupo, se emplea como estrategia para el fomento del aprendizaje cooperativo con el fin de asegurar que la responsabilidad individual no se diluye en el grupo, de manera que cada alumno/a pueda construir un punto de vista propio desde el que dialogar con otras ideas (Pozo, 2020).

❖ Videograbaciones de la implementación de la secuencia: Las sesiones serán grabadas en vídeo con el fin de poder recordar todo lo ocurrido y, poder quedar reflejado aquello que por imposibilidad de las circunstancias no ha podido quedar por escrito.

❖ Anotaciones del alumnado: Por iniciativa propia y sin ser comunicado al docente, un pequeño porcentaje del alumnado ha tomado apuntes acerca de su aprendizaje durante la implementación de la secuencia.

❖ Registro diario personal del docente: Tras finalizar cada una de las sesiones, he anotado a modo de diario resumen todas aquellas acciones, comentarios, opiniones y sensaciones acerca de lo ocurrido durante la implementación. Especialmente me refiero a la anotación de las explicaciones verbales del alumnado debido a la dificultad de que estas queden reflejadas por escrito en el cuaderno del estudiante, con motivo de la falta de fluidez en la escritura propia el nivel educativo en el que se implementa la secuencia.

❖ Autoevaluación del alumnado: El alumnado realizará una propia autoevaluación acerca de cómo ha sido su trabajo e involucración durante la implementación de la secuencia. Seleccionarán de manera escrita individualmente cómo han trabajado (Ver Anexo 5: Cuadernillo del estudiante) y, comentarán por grupos cooperativos qué es aquello de lo que están más orgullosos e, igualmente, qué pueden mejorar.

❖ Evaluación emocional del alumnado: Las dos últimas preguntas del cuaderno del estudiante (Ver Anexo 5: Cuadernillo del estudiante) irán dirigidas a una evaluación de emociones así como motivacional acerca del deseo por ser científico/a.

❖ Observaciones y propuestas de mejora por parte del alumnado: En un día posterior al del final de la implementación de la secuencia, se preguntará al alumnado acerca de qué cosas creen que se podría mejorar en relación a las actividades propuestas y al desarrollo de las mismas e, igualmente qué es aquello que más les ha atraído y gustado de la secuencia.

❖ Observaciones de la tutora: Igual que en el apartado anterior, se preguntará a la tutora del aula para que de sus observaciones acerca del desarrollo de la secuencia, como observadora externa de la misma y conocedora del grupo-clase.

5.2. Procedimiento de análisis de la información

Una vez obtenidos los datos e informaciones mediante los distintos instrumentos de recogida, estos serán analizados de la siguiente manera.

Me centraré en las cuatro primeras actividades para obtener información cuantitativa de los cuadernos de los estudiantes, así como en las anotaciones escritas por mí pero expresadas por el alumnado en dichas actividades. Este análisis irá también enfocado acerca de qué porcentaje de la clase ha modificado su hipótesis inicial con respecto a la segunda hipótesis descrita y si, esta coincide o no con el resultado de las pruebas. Las hipótesis propuestas por el alumnado serán comparadas con mis expectativas iniciales reflejadas en el diseño.

De igual manera, realizaré un análisis cualitativo de las grabaciones y de mis propias observaciones durante el desarrollo de la secuencia. A estas observaciones, se sumará el análisis cualitativo de las observaciones realizadas por el alumnado, tanto en relación a las



anotaciones tomadas por ellos mismos acerca de los aprendizajes de la secuencia como, a las referidas a la evaluación de la misma. Igualmente, realizaré un análisis cuantitativo y cualitativo del cuestionario emocional relleno por el alumnado en la quinta pregunta de su cuaderno. Por último, añadiré el análisis cualitativo de las observaciones realizadas por la tutora como un testigo externo y conocedor de las características del aula.

5.3. Resultados cuantitativos cuaderno del estudiante

-Actividad 1

Tabla 1. Resultados actividad 1 cuaderno del estudiante

<u>COCA COLA LIGHT</u>	Flota	Se hunde	Ni flota ni se hunde	Otras respuestas
1ª Hipótesis	12	7		
2ª Hipótesis	9	9		1*

*El alumno indica que si la lata está llena se hundirá y, si está vacía flotará

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 9
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 0

-Actividad 2:

Tabla 2. Resultados actividad 2.1. cuaderno del estudiante

<u>TERMO</u>	Flota	Se hunde	Ni flota ni se hunde	Otras respuestas
1ª Hipótesis	5	14		
2ª Hipótesis	5	14		

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 3
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 5

Tabla 3. Resultados actividad 2.2. cuaderno del estudiante

<u>COCA COLA LIGHT</u>	Flota	Se hunde	Ni flota ni se hunde	Otras respuestas
1ª Hipótesis	14	4	1	
2ª Hipótesis	12	5	2	

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 3
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 2

Tabla 4. Resultados actividad 2.3. cuaderno del estudiante

BOITE PEQUEÑO	Flota	Se hunde	Ni flota ni se hunde	Otras respuestas
1ª Hipótesis	12	7		
2ª Hipótesis	10	9		

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 4
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 9

-Actividad 3:

Tabla 5. Resultados actividad 3.1. cuaderno del estudiante

<u>E > P</u>		
1ª Hipótesis	16	3
2ª Hipótesis	14	5

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 2
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 14

Tabla 6. Resultados actividad 3.2. cuaderno del estudiante

<u>E < P</u>		
1ª Hipótesis	3	16
2ª Hipótesis	5	14

- Total muestra: 19 alumnos/as
- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 2
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 14

-Actividad 4:

Tabla 7. Resultados actividad 4. cuaderno del estudiante

COCA COLA NORMAL	Flota	Se hunde	Ni flota ni se hunde	Otras respuestas
1ª Hipótesis	3	2	9	2*
2ª Hipótesis	4	3	8	1*

*El alumno indica que la lata bajará un poco más en comparación con la Light pero sin llegar a hundirse



Total muestra: 16 alumnos/as

- Total cambios de opinión entre 1ªH y 2ªH: 11
- Coincidencias 2ªH con resultado de pruebas: 3

5.4. Análisis de los principales resultados

Para realizar el análisis de los resultados de manera estructurada, este se detallará actividad por actividad según el orden indicado en el apartado 4.3. donde se describe el diseño de la secuencia y, finalmente, de manera global. Para ello, se compararán los resultados obtenidos, con las expectativas que se reflejaron previamente a la implementación de la secuencia.

❖ Actividad 1: El hecho de comenzar la implementación de la secuencia relacionándola con el cuento leído el día anterior, ha servido satisfactoriamente para comenzar esta con mayor motivación y cercanía, según las propias observaciones del alumnado.

❖ Actividad 2 y 2.1.: Del análisis cuantitativo indicado en la Tabla 2, así como del estudio cualitativo de mis observaciones personales acerca de los argumentos que sostienen las hipótesis enunciadas por el alumnado, obtenemos la conclusión de que se cumplen las expectativas esperadas en relación a las respuestas dadas. En una primera hipótesis, el 63,16% de la clase cree que la lata flotará. Principalmente, lo atribuyen a dos motivos: la comparación consigo mismos de que ellos son un “objeto” y flotan en el mar o en la piscina y, un segundo motivo referido a “hay más agua que lata”, es decir el agua ocupa un volumen mayor que la lata y por la lata no se hundirse. Por otro lado, el 36,84% de los alumnos se optan por el hundimiento de la Coca cola Light coincidiendo sus motivos con algunos de los esperados, tales como porque “pesa” o, completando esta última respuesta “porque está llena y pesa mucho”: Esta última respuesta hace que el propio alumnado comience a ser consciente del concepto de densidad aún sin conocer esta palabra, entendiendo que aún ocupando el mismo volumen, si no estuviera llena quizá su hipótesis no sería que la lata se hundiría.

❖ Actividad 3: Como primera actividad de expresión y discusión de hipótesis entre iguales, es cierto que el alumnado se encontraba un poco reacio a cambiar de opinión aunque realmente no estuvieran muy convencidos del porqué de su hipótesis. Sin embargo, tras analizar cualitativamente las grabaciones de este momento así como las observaciones realizadas por la tutora que era una oyente más de este momento de discusión, somos testigos de un primera voluntad del alumnado por tratar de entender otros puntos de vista distintos al propio, siempre que estos sean de manera argumentada así como de expresar sus ideas y que estas parezcan convincentes. Tal y como se esperaba, no hay una gran disparidad de respuestas entre los miembros del grupo aunque tampoco existe el acuerdo absoluto. Se

repiten hipótesis anteriores como “flotará como nosotros” o, “se hunde porque pesa”. Debemos resaltar que comienza a trabajarse la dinámica de poder cambiar de opinión y el ver las hipótesis como lo que son, algo hipotético y no una certeza pues casi el 50% de la clase ha cambiado de hipótesis.

❖ Actividad 4 y 4.1.: Estudiando las distintas respuestas dadas por el alumnado en voz alta y, recogidas en las videograbaciones y en mi registro de observaciones personales, obtenemos la conclusión de que las respuestas dadas son más que acertadas. Tal y como se reflejó en las expectativas, era de esperar que las respuestas se orientasen hacia el hecho de probar la acción por la que se les pregunta, siendo esto un diseño de pruebas aunque no sean aún conscientes de este concepto. Sin embargo, hubo una respuesta muy idónea y realista también la cual no se contemplaba dentro de mis expectativas. Esta es, buscar la respuesta en internet. No debemos olvidar que la educación debe ser competencial, creando estrategias para resolver problemas de una sociedad real y, por falta de tiempo, medios y sobre todo, por realismo, no siempre es posible que el investigador realice sus propio diseño de pruebas y lo lleve a cabo personalmente, sino que es totalmente válido buscar en fuentes fiables y contrastables dicha información.

❖ Asimismo, en relación al diseño de pruebas para validar si “aquello más pesado se hunde y lo más ligero flota”, con la información obtenida gracias a mis observaciones personales así como las videograbaciones según lo verbalizado por el alumnado, puedo afirmar que el diseño propuesto por los distintos grupos cooperativos de alumnos se acerca acertadamente a lo esperado: “tratar de sumergir objetos pesados y otros menos pesados a ver qué ocurre”, cumpliendo así con las expectativas.

❖ Actividad 5, 5.1., 5.2. y 5.3.: En primer lugar, antes de estudiar los datos cuantitativos en sí, somos testigos de cómo se aprecia perfectamente el cambio de idea en el alumnado acerca de lo qué es una hipótesis, siendo esto señal del buen funcionamiento en este aspecto de la secuencia. A la hora de preguntarles individualmente qué pasará si metemos la lata en el agua, unos pocos alumnos enuncian literalmente “yo creo que pasará... pero no lo sé seguro, solo es lo que creo, no lo he comprobado”.

❖ Tras analizar los datos recogidos en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 del apartado 5.3., con respecto a la formulación de hipótesis previa y posterior a la discusión de ideas, apreciamos que se cumple parcialmente lo reflejado en las expectativas del diseño. En relación al termo, la mayoría de la clase (73,68%) cree que el termo, debido a que es el más grande y, según ellos tal y como he observado y me han transmitido, el más pesado, se hundirá. Frente a una minoría que cree que flotará. Oponiéndose a mis expectativas, comenta



algún alumno que eso dependerá de si el termo está lleno o no pues cito literalmente “no es lo mismo que tenga aire que por ejemplo tenga arena”. Este pensamiento, más que acertado científicamente, si se extiende a la mayoría de la clase, puede hacer que ciertas actividades planteadas en la secuencia para construir un aprendizaje progresivo, dejen de tener sentido pues hemos llegado precipitadamente al conocimiento final. Sin embargo, continuando con el estudio y análisis de datos, vemos que la hipótesis de que el termo se hundirá es bastante inamovible en la mente del alumnado pues resulta algo “demasiado obvio” para ellos y por ello, tras la discusión de hipótesis, únicamente tres personas cambian de opinión, siendo estas personas que sí tenían claro lo que podía ocurrir pero no eran capaces de explicar por qué y por ello han sido “influenciados” por sus compañeros de equipo, tal y como he presenciado y recogido en mis observaciones. Si comparamos los resultados de las segundas hipótesis con el resultado de las pruebas llevadas a cabo por el propio alumnado, vemos que únicamente coincide el 26,32% del alumnado. Esto ha provocado un gran choque cognitivo, motor de aprendizaje que, empezó a construirse cuando percibieron sensorialmente que, a pesar de lo que sus ojos creían, el termo no era el objeto más pesado.

❖ En relación a la Coca Cola Light, sobre la cual ya se habían formulado hipótesis anteriormente, vemos que las nuevas hipótesis difieren en algunos casos de las enunciadas en la actividad anterior. De hecho, algunas personas incluso introducen la posibilidad de que la lata ni flote ni se hunda, siendo esta una de encontrar un punto intermedio, entre el termo el cuál creían que se hundía y el tercer objeto (bote pequeño) que creían que flotaría, tal y como ellos mismos me han explicado y yo he recogido. Sin embargo, la gran mayoría ha optado por elegir o bien flotar o bien hundirse, no coincidiendo así con el resultados de las pruebas, lo cual era lo esperado en mis expectativas.

❖ Por último, con respecto al bote pequeño, en una primera hipótesis personal previa a la discusión en grupo, vemos cómo el 63,16% de la clase se inclina hacia que el bote flotará. Los motivos recogidos en la observación de la argumentación son casi exclusivamente que, como es más pequeño, pesa menos y flota. Este porcentaje no sufre grandes modificaciones en una segunda hipótesis tras la expresión y discusión de ideas en grupo, lo cual nos hace entender que, es difícil no relacionar tamaño con peso y, por ello con flotación o hundimiento, siendo esto visto como algo obvio y lógico por parte del alumnado. Sin embargo, sí que se cambia este pensamiento cuando, al sujetar el bote con la mano y ser conscientes sensorialmente de que pesa más de lo que creíamos, quizá este sí que pueda hundirse o, al menos, flotar menos de lo esperado por los alumnos.

❖ En relación al estudio de datos del número de personas que han cambiado de opinión después de la discusión de hipótesis vemos que es bastante reducido. Llego así a la conclusión de que, la idea de proporcionalidad entre tamaño y peso, a la edad de 6 años, es vista como algo lógico y con fundamento y, por ello, es más difícil el proceso del cambio de hipótesis.

❖ Estudiados los resultados, se cumplen con un porcentaje mayor al 50% en los tres casos las expectativas reflejadas previamente de que, se hundirá lo más pesado y flotará lo más ligero. Sin embargo, el aprendizaje comienza a construirse en la actividad 5.2., cuando experimentan a través del sentido del tacto que lo más pesado no es lo más grande. Dicho conflicto cognitivo entre hipótesis y certeza culmina al visualizar el resultado de las pruebas. Asimismo, se observa cómo el alumnado va iniciándose en el método científico pues cada vez tienen más claro que la única certeza es el resultado de las pruebas y que las hipótesis no se saben si son verdad o no. Este hecho es incluso comprobable en los cuadernos de algunos estudiantes en los que, al completar las tres columnas de las tablas, indican por voluntad propia si habían acertado con sus hipótesis o no, con comentarios como “es cierto” o, “lo adiviné”.

❖ Actividad 6: De acuerdo a la revisión de las videograbaciones y de la propia observación docente, vemos que al ejemplificar con un voluntario el hecho de sujetar la lata con la mano y preguntar: “¿Qué sientes?”, quizá es una pregunta demasiado ambigua que en un primer momento no cumple con la expectativa propuesta de que la respuesta del alumno se dirija a enunciar de alguna manera la fuerza Peso que ejerce la Tierra sobre la lata. Pero, tras detallar más exactamente la pregunta, el alumno sí es capaz de responder frases como “que pesa”, “que la tengo que sujetar”, etc. En la explicación de esta fuerza, sorprende, contrastando con las expectativas confusas la comprensión de que esta es ejercida por la Tierra y que, si nos vamos fuera de ella, como por ejemplo a la luna, seremos atraídos con menor fuerza. Por ello, se dedica menos tiempo del esperado a dichas actividades, pues no hay mayores confusiones.

❖ Sí resulta más sencillo el hecho de indicar que su mano también ejerce una fuerza, no tan fácil indicar la dirección ni el sentido pero, con un poco de ayuda, esto es comprendido fácilmente, siendo esta fuerza una fuerza que va en sentido contrario al peso, hacia arriba, llamada Empuje.

❖ Asimismo, sin estar planificado, el voluntario es ayudado por sus compañeros quienes, de manera acertada, ayudan a indicar las distintas fuerzas que creen que existen así como su dirección y sentido.



❖ Con respecto al cumplimiento de las expectativas de respuestas a la pregunta de “¿Cómo serán las fuerzas si la lata no se mueve?”, la comprensión de la pregunta supone más complejidad de la esperada, por lo que me veo obligada a adelantar parcialmente la actividad 7, en la cual se ponen como ejemplo casos en los que las fuerzas Peso y Empuje no tendrían el mismo valor y, por ello, se iría hacia el suelo o hacia arriba. Una vez visto ejemplos distintos al del reposo, sí que el alumnado es capaz de indicar que no habrá ninguna fuerza mayor que otra, porque sino se movería.

❖ Actividad 7: Esta actividad, ya iniciada en en la actividad anterior por la necesidad de clarificar los conceptos de Peso y Empuje, ha cumplido completamente con las expectativas. Excepto un único grupo cooperativo que según lo argumentado por ellos mismos, ha confundido las fuerzas, el resto han formulado la hipótesis correcta en ambos casos, tal y como se recoge en la actividad 3 del cuaderno.

❖ Actividad 8: Esta actividad, es realmente una repetición a modo de recordatorio visual pues ya hemos probado qué ocurre con la Coca Cola Light, por lo que en caso de falta de tiempo para implementar la secuencia, la primera parte observamos que es prescindible. En relación a los vectores (flechas), vemos que no hay problema alguno en su identificación, el alumnado cumple las expectativas de colocar las flechas de dirección, sentido y tamaño correcto, evaluando dicha actividad de manera satisfactoria. En relación a cómo averiguar el peso, enuncian perfectamente el instrumento requerido para poder conocer el dato necesario, superando las expectativas. La única dificultad es que no conocen aún de manera fluida los números de tres cifras y 356 se les hace un número muy lejano. Sin embargo, superando las dificultades que se preveían pero no han surgido, se observa y queda así registrado cómo son capaces de averiguar en su gran mayoría que si el peso es 356, el empuje también lo será, pues la lata no se mueve.

❖ Actividad 9: Esta actividad, según lo observado tanto por mí como por la tutora del aula, así como lo revisado en la videograbación ha superado en distintos aspectos las expectativas. El alumnado, nada más comenzar a intentar hundir la bola de poliespan, obtiene y verbaliza las siguientes conclusiones, recogidas literalmente: “cuanto más bajamos más trabajo cuesta”, “cuanta más parte metemos de la bola más impulso hace el agua porque si lo soltamos salta la bola muy rápido y muy fuerte hacia arriba” “el empuje es más fuerte cuanta más fuerza hacemos nosotros para intentar hundir la bola”. Estas palabras reflejan perfectamente lo que ocurre científicamente. Incluso, esta actividad ha supuesto el desvío del tema de la clase durante unos instantes pues han observado un fenómeno distintos a la flotación, que es el hecho de que cuando metemos un objeto en el vaso de plástico con agua,

a través del plástico vemos el objeto con un tamaño mayor al real. Teniendo así que obviar este comentario para poder continuar con la secuencia.

❖ Actividad 10: En relación al objetivo de que el alumnado se interiorice con el método científico, vemos que se cumple satisfactoriamente. Sabiendo por ellos mismos los pasos que tendrán que seguir en esta actividad sin necesidad de recordarlos (1ª hipótesis, expresión y discusión, 2ª hipótesis, búsqueda de pruebas, resultados y conclusiones). Tal y como se esperaba, casi el 50% de la clase copia como hipótesis el resultado de las pruebas de la Coca Cola Light pues la ven a simple vista igual. El resto, se divide entre que esta bajará un poco más sin llegar a hundirse, que se hundirá o incluso, que flotará, habiendo diversidad de respuestas en la otra mitad de la clase. Estas últimas respuestas están fundamentadas, según las anotaciones hechas de las respuestas del alumnado, en un error visual ya que unos, cito literalmente, “la ven más grande o más pequeña que la Light y, por eso flotará, se hundirá o bajará un poco más quedando completamente en el agua pero sin llegar a hundirse”. Sin embargo, tal y como preveía en el diseño, ninguno hará alusión a mayor cantidad de contenido (azúcares) y, por ello, mayor peso en mismo volumen. El conflicto cognitivo se hace palpable en la reacción de sorpresa ante el resultado de las pruebas del alumnado y mayor aún, en el deseo de conocer por qué ocurría esto.

❖ Actividad 11: Según lo recogido en las observaciones personales, de la tutora y las videograbaciones, el grupo cumple perfectamente con las expectativas acerca de explicar lo ocurrido en los fenómenos indicados, siendo esto clave para hacernos saber que han comprendido los contenidos propuestos.

❖ Actividad 12: En relación a las expectativas esperadas, la sorpresa del alumnado hace que estas se cumplan, según lo observado en cómo entre ellos mismos, expresan y discuten su hipótesis acerca de por qué ha ocurrido lo que acaban de presenciar.

En líneas generales, se evalúa la secuencia a través de distintos instrumentos de recogida de datos de diversa índole de manera positiva, en la cual el alumnado ha interiorizado el modo de actuar en una investigación científica, así como los contenidos propuestos, cumpliendo mayormente con las expectativas a excepción de ciertos momentos. Asimismo, se le suma una evaluación emocional donde hay unanimidad en felicidad así como también presencia de nerviosismo además de un deseo generalizado por querer ser científico. Igualmente, obtenemos como conclusión acerca de los datos recogidos sobre cómo cree el alumnado que podría mejorar el hecho de que, parte de la clase ha indicado que existe una posible mejora en su trabajo pues podrían haber expresado mejor sus hipótesis en el momento indicado para ello. Asimismo, en la conversación mantenida con el alumnado acerca de cómo podría



mejorarse la secuencia implementada, recojo un deseo de poder contar con mayor material para no haber tiempos de espera entre miembros del equipo así como, incrementar el tiempo de reflexión para la formulación de hipótesis. Esto nos hace llegar a la conclusión de que el grupo ha entendido la importancia de conocer nuestras ideas previas y de conectarlas con los fenómenos de la realidad.

6. CONCLUSIONES

Tras el desarrollo de dicho proyecto, incluyendo así el diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza del modelo de fuerzas y flotación para el 1º curso de Educación Primaria, obtengo diversas conclusiones.

En primer lugar, es imprescindible contar con una sólida fundamentación teórica donde se incluyan las ideas claves que avalan el diseño de cualquier secuencia de enseñanza. Y, no solo contar con estas sino operativizarlas de manera que se pueda conocer de manera práctica si una determinada propuesta cumple con la que debe ser su fundamentación. Asimismo, es necesario llevar a cabo la implementación de dicha secuencia en aula, con el fin de poder contar con instrumentos de recogida reales que nos permitan obtener los datos necesarios para evaluar dicha secuencia. La evaluación es un paso indispensable pues nos da la oportunidad de conocer la validez de la hipótesis expresada en la secuencia y en las expectativas de cada una de las actividades, de manera que pueda aportar conocimiento al área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y posibilitar nuevos ciclos de diseño - implementación - evaluación propios de la investigación de diseño. Concretamente, acerca del desarrollo del contenido flotación y modelo de fuerzas en el 1º curso de Educación Primaria.

Sobre este último, llegamos a la relevante conclusión de que el alumnado que cursa este nivel educativo tiene las capacidades y aptitudes más que suficientes para iniciarse en el modelo de fuerzas que explica el hundimiento y la flotación, no debiendo así privarse dicho contenido del currículum del 1º ciclo de Educación Primaria. Son muchos los fenómenos que rodean al alumnado los cuales podrían ser explicados conforme a dicho modelo. Y sin embargo, es reseñable la escasez de investigaciones que pueden encontrarse en la literatura científica sobre el aprendizaje del modelo de fuerzas en Primaria, a pesar de constituir un saber básico en el currículum (Beltrán, 2021).

De igual manera, el trabajo de esta secuencia es una oportunidad única para que el alumnado participe de ella se inicie en la indagación y la construcción de modelos científicos

(escolares), siguiendo en todo momento una metodología basada en las actividades genuinas de la ciencia.

Como propuestas de mejora, señalaría el hecho de poder dedicar más tiempo a que el alumnado trate de expresar su hipótesis pues, en el nivel en el que nos encontramos, una de las mayores dificultades que se presentan es la carencia de competencia comunicativa. Asimismo, dicha secuencia puede completarse con una mayor utilización del modelo para explicar otros fenómenos y hacer predicciones sobre sucesos distintos al estudiado. De igual manera, prever una mayor diversidad de respuestas del alumnado con el fin de tener un plan alternativo si no se cumplen las expectativas planteadas.

Finalmente, valorar muy positivamente dicho trabajo debido a la multitud de aprendizajes surgidos del mismo tanto para el alumnado como para mi futura función docente en el ámbito de enseñar en el saber de las ciencias, de la indagación y, de la modelización, que explica todo aquello que nos rodea.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán, J. (2021). *Sobre la enseñanza del modelo de fuerzas en Educación Primaria* (Trabajo Fin de Grado). Grado en Maestro/a en Educación Primaria. Universidad de Almería. España. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/13422/BELTRAN%20MARTINEZ%2c%20JUAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En: Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. Sacristán, J.A. (Coords). *Enseñando Ciencia con Ciencia* (63-74). FECYT & Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Driver, R. (coord.) (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ministerio de Educación y ciencia, Centro de Publicaciones: Morata.
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., & Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1802, 1-19.
- Hernández, F. J. C., Liso, M. R. J., Chico, M. M., & López-Gay, R. (2022). Ni flota ni se hunde: ¿es posible iniciar el modelo de fuerzas en educación primaria?. *Aula de innovación educativa*, (312), 31-35.
- Hierrezuelo, J. & Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos: Su utilización en la didáctica de la física y química*. Vélez-Málaga: Elzevir.



- López-Gay, R., Jiménez-Liso, M.R., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F.J. (2020). Evidencias para la mejora de la enseñanza de las ciencias. *Dossier Graó*, 5, 39-43.
- Maguregi González, G. (2013). El modelo de ser vivo: una secuencia indagativa con alumnado del grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 02075-2081.
- Pozo, J.I. (2020). Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos. En: Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (Coords). *Enseñando Ciencia con Ciencia* (14-23). FECYT & Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Prados, M.M. et al. (2014). *Manual de psicología de la educación: para docentes de educación infantil y primaria*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo de 2022.
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176.

8. ANEXOS

8.1. Primera secuencia propuesta y cuestionario aplicado

1.1. -Secuencia de enseñanza:

I. Contenido propuesto

Conocimiento de la necesidad de calcular la densidad de objeto y fluido para determinar la flotación o no de dicho objeto en el líquido determinado. Posteriormente, este concepto de densidad, necesario para determinar la flotación de un objeto, servirá como acercamiento del alumnado al modelo de fuerzas propuesto por el principio de Arquímedes mediante la explicación de que un objeto más denso (de más masa a igual volumen), será aquel al que la Tierra atrae con más fuerza en comparación con otra sustancia de menor densidad (el líquido) y, por ello, se hundirá. Será posteriormente, cuando ya se trabaje más concretamente el modelo de fuerzas de peso y empuje ya introducido”.

II. Propuesta didáctica

Sin dar una explicación técnica verbalizada del contenido que vamos a desarrollar en el aula, el docente presenta la siguiente actividad en el aula:

- Se muestran al alumnado los siguientes objetos:

- ❖ Una piedra pequeña
- ❖ Unas canicas
- ❖ Un trozo grande de corcho
- ❖ Un tapón de plástico

Asimismo, se mostrará también un recipiente con agua para ayudar a la imaginación del alumnado y reducir un poco lo abstracto de la pregunta que se les planteará a continuación

Seguidamente, se le entrega una hoja a cada alumno/a, en el que se encontrará con la siguiente pregunta planteada para cada uno de los distintos objetos:

“¿Crees que flotará o se hundirá en el agua? ¿Por qué?”

Una vez respondida, se hará una puesta en común en clase y, con ello un pequeño debate

Con esta actividad conseguimos presentar el tema a desarrollar de una manera indirecta, haciendo que el alumnado tenga que formularse una pregunta científica a la cual deben tratar de encontrar una respuesta lógica basada en una justificación propia. Y es que, esta justificación dada por el alumnado de por qué según ellos un objeto flota en agua o no,



será la hipótesis que formulará cada uno, siguiendo así los pasos del método científico, en el cual se aborda el problema formulando hipótesis a preguntas con sentido.

Seguidamente, se escribirán en la pizarra algunas de las hipótesis formuladas por el alumnado (algunas completamente erróneas y otras que se acercan en cierta manera a la explicación de por qué algo flota o se hunde, aunque a simple vista parezcan erróneas o no sean precisas, es decir, aquellas que como docentes podemos reconducir hacia el aprendizaje que queremos alcanzar).

- Continuando con las actividades, el alumnado repetirá el mismo formulario pero en este caso, con los siguientes objetos (todos tendrán el mismo volumen):
 - ❖ Un cubo de metal
 - ❖ Un cubo de plástico
 - ❖ Un cubo de madera

Responderán así a la siguiente pregunta

“¿Crees que flotará o se hundirá en el agua? ¿Por qué?”

Una vez respondida de manera individual, se hará una puesta en común en clase y, con ello un pequeño debate

De esta manera, el alumnado vuelve a enfrentarse a la necesidad de encontrar una explicación a preguntas con sentido, es decir a formular hipótesis. Hipótesis que son discutidas con el resto de compañeros, basándose en argumentos construidos a través de las ideas previas del alumnado acerca de la flotación. Ideas que posiblemente, ellos no sean conscientes de que las poseen. El hecho de partir de ideas previas, tiene su importancia debido a que, para transformar y ampliar los esquemas cognitivos del alumnado, no podemos ignorar las ideas preconcebidas que conforman esos esquemas.

En este caso, trabajamos con tres objetos de igual aspecto a simple vista, en lo que a tamaño y volumen se refiere, lo cual significa una variable constante entre estos tres objetos. Sin embargo, la variedad de respuesta con respecto a si flotan o no, residirá en la variable objeto de estudio, que es la que cambia entre los tres cubos: las características de cada material.

Es de esperar que, en algún caso, el alumnado responda que, se hundirá aquel “pese” más, o si no ocurre, deberemos provocar dicha conversación.

Es ahí cuando debemos aprovechar para preguntar a qué se refieren por peso, lo cual es de esperar que se refieran a masa (expresada en g,kg...), y no a peso, utilizando esta palabra de manera errónea.

En este caso, al decir que se hundirá el objeto que, a igual volumen, tenga mayor masa, estamos mencionando, de manera indirecta una magnitud, la densidad.

- Para ello, por pequeños grupos (cada uno con los materiales anteriormente mencionados, además provistos de una báscula, una regla y una probeta), probarán a verter en el recipiente de agua los tres cubos de distintos materiales. Es de esperar que, el de madera y el de plástico floten y, el de metal se hunda.

Será entonces cuando, al formular las hipótesis de porqué ocurre cada hecho en cada caso, alguna de las respuestas se relacione con la densidad (estudiada en el 2º ciclo de E.P.O.). Siendo esta, la cantidad de masa en un determinado volumen de un objeto. Por ello, por grupos, se dispondrán a medir la densidad de los tres cubos. Para ello cuentan con una báscula para medir la cantidad de masa de cada cubo y, de una regla para calcular el volumen geométrico de los cubos mediante cálculo matemático. Seguidamente, deberán dividir la masa entre el volumen para conocer la densidad de cada uno de los cubos. Es de esperar los siguientes resultado aproximadamente:

-Cubo de plástico : 0,90 g/cm³

-Cubo de madera: 0,60 g/cm³

-Cubo de metal: 2,60 g/cm³

Estas medidas variarán según el tipo de plástico, madera y metal empleados.

De esta manera, planteando la hipótesis de que se hundirá el cubo con mayor densidad, el alumnado mide los datos necesarios para determinar la densidad de cada cubo y, de esta manera, busca pruebas para tratar de confirmar su hipótesis, viendo que es el cubo más denso, el de metal, el que se hunde en el agua. Por lo que de momento, la hipótesis no se rechaza pues ocurre lo esperado.

- Ahora bien, el docente hace el siguiente comentario a la clase:

Sabemos que los materiales con 0,60 y 0,90 g/cm³ de densidad flotan sobre el agua y, que los de 2,60 g/cm³ de densidad se hunden. Sin embargo, no sabemos qué pasa con el resto de densidades, *¿cómo podríamos definir un límite de densidades que flotan en el agua y las que se hunden? ¿Qué otra sustancia entra en juego que nos podría servir de ayuda para determinar este límite?*

En este caso, el docente hace de guía para poder ampliar las utilidades de la hipótesis planteada y, de esta manera, poder construir un modelo que sirva de guía para determinar la flotación o no de los objetos vertidos en un líquido. Se espera entonces que, el alumnado o bien el docente, mencione “el agua o el líquido” como sustancia importante en dicha investigación.



- Es entonces cuando, con ayuda de una báscula y una probeta o un vaso de precipitado, el alumnado debe determinar la densidad del agua. De esta manera, se mide la misma magnitud (densidad) de todas las sustancias que intervienen en el supuesto de flotación. Las cuentas deben dar un resultado aproximado de una densidad de 1 g/cm³ del agua.

Se ponen entonces en comparación todas las densidades obtenidas:

- ❖ 0,6 g/cm³ (madera) Flota
- ❖ 0,9 g/cm³ (polipropileno) Flota
- ❖ 1 g/cm³ (agua)
- ❖ 2,6 g/cm³ (metal: aluminio) Se hunde

Tras visualizar los datos en conjunto y, conocer que la madera y el polipropileno flotan en el agua y, sin embargo, el metal se hunden, el docente pregunta acerca de qué conclusiones pueden evidenciarse de los datos. En el caso de que la respuesta no se dé de manera clara por parte del alumnado, será el docente quién tratará de surgir la respuesta. Llegando entonces a la siguiente conclusión.

“Los objetos con densidad menor a la del líquido en el que se vierte el objeto, flotan sobre él. En cambio, aquellos con densidad mayor a la del líquido en el que se vierte el objeto, se hunden.”

De esta manera, a través de la búsqueda de datos que nos facilite la obtención de conclusiones y, siempre mediante la búsqueda de pruebas, obtenemos una conclusión que hace validar o rechazar la hipótesis propuesta. En este caso, al observar los datos y realizar las distintas pruebas acerca de cuáles se hunden o no, el propio alumnado debe ser capaz de evidenciar que, los materiales con densidad menor de 1 g/cm³, flotarán sobre el agua y, aquellos con densidad mayor a 1 g/cm³, se hundirán en el agua. Este enunciado, nos permite también modelizar el experimento y no reducirse sólo a agua, sino a cualquier material y cualquier líquido para poder determinar su flotabilidad o no. De esta manera, el alumnado será capaz de realizar predicciones acerca de qué ocurrirá en otras situaciones.

- Con el fin de que el alumnado sea capaz de emplear lo aprendido para realizar predicciones sobre otros casos, el docente planteará los siguientes, a los cuales el alumnado de manera grupal deberá dar respuesta:
 - ❖ Si tenemos un material con una densidad de 5 g/cm³ y lo echamos a un recipiente con agua, ¿se hundirá o flotará?
 - ❖ Y qué ocurrirá con un objeto con densidad 1,5 g/cm³ ¿flotará sobre el agua?

- ❖ ¿Qué ocurriría si este objeto de $1,5 \text{ g/cm}^3$ de densidad se arrojase sobre un líquido cuya densidad fuese 2 g/cm^3 en vez de sobre agua?

Una vez que el alumnado interioriza el hecho de que, midiendo densidades de sólido y líquido, podrá determinar su flotabilidad en él, como manera práctica para poder aplicarlo en cualquier situación diaria, aprovechamos este conocimiento práctico y relativamente rápido para acercarnos a su justificación teórica: el principio de Arquímedes.

Para ello, se plantea la siguiente situación:

- El docente vuelve a plantear la siguiente pregunta, a la cual deberán enfrentarse los alumnos:

Conocemos que, un sólido con mayor densidad que el líquido en el que lo sumergimos, se va hacia al fondo, hacia abajo pero, ¿por qué? ¿Qué hace que lo más denso se vaya hacia abajo y no hacia otra dirección?

Es entonces cuando, cada alumno debe proponer la hipótesis que crean conveniente y, argumentarlo, de manera individual y escrita.

Enfrentando al alumnado a esta cuestión es cuando tratamos de hacer referencia a la gravedad y, concretamente al peso de una sustancia. Se esperan respuestas como “el suelo lo atrae”, “todo lo pesado cae hacia abajo”, respuesta que sin quererlo, enunciar esa atracción que es la fuerza que ejerce la Tierra atrayendo los objetos hacia su centro, denominada gravedad. Llegar a este punto, es muy importante para darle una explicación científica al “truco” de saber si algo se hunde o no en un líquido sabiendo su densidad. Comienza así a entrar juego el modelo de fuerzas que da explicación a la flotación y hundimiento de objetos.

En distinta medida, se espera que el alumnado tenga ideas preconcebida, muy importante para partir a partir de ellas los aprendizajes de nuevos conocimientos; acerca de que existe una fuerza denominada gravedad, aunque quizá sin conocer el nombre técnico ni como afecta a los objetos.

- Las hipótesis planteadas por el alumnado acerca de porqué se hunde la sustancia con mayor densidad, serán debatidas en clase en voz alta entre los compañeros, mediante la guía del docente. Será entonces cuando, el docente mediante el uso de evidencias, desmienta las hipótesis erróneas y utilice la más adecuada para redirigirla hacia la existencia de una fuerza que atrae los objetos hacia el centro de la Tierra, es decir, hacia el suelo para simplificarlo. Una vez que el alumnado entiende la existencia de esta fuerza, el docente plantea la siguiente pregunta:

“¿Por qué esta fuerza atrae en mayor medida a los objetos más densos y no a los menos?”



En voz alta, el alumnado responderá y se debatirán las respuestas

Con esta pregunta, queremos llegar a intuir la fórmula del peso (fuerza que hace descender un objeto), siendo el peso calculado mediante la división de la masa del objeto (g), entre 100.

Por ello, será la masa de los objetos, a igual volumen, la incógnita decisiva para saber determinar su flotación o su hundimiento.

III. Instrumentos consultados para el diseño de la propuesta

-Moya-Ramírez, A. (2014). *Construyendo el modelo sobre flotabilidad de los cuerpos a través del aprendizaje por investigación*. Universidad de Jaén. http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/992/7/TFG_MoyaRamirez%2CAna.pdf

-López, J.M. Gómez, M.J., y Moreno, E. (2005). *La flotación en el aula*. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. <https://museovirtual.csic.es/profesores/flotacion/fl.htm>

-Castillo, F., López-Gay, R. y Martínez, M. (s.f). *Indagación sobre flotación y hundimiento*. Universidad de Almería.

IV. Dificultades que puede presentar la secuencia

❖ Hacer que se comprenda el concepto de densidad como algo aislado sin ser capaz de relacionarlo con el modelo de fuerzas.

❖ Dificultad para confeccionar un diseño de búsqueda de pruebas que permita al alumnado conocer los datos e informaciones necesarias para validar la hipótesis o no.

-1.2. Cuestionario aplicado a propuesta personal inicial

Tabla 1. Cuestionario aplicado a propuesta personal inicial

Título SEA (y autor/a): Flotación a través de densidad - Aitana Ortega Rodríguez

1.	¿Se plantea inicialmente un contexto cercano relacionado con el contenido a trabajar?	SÍ - NO
Observaciones: El contenido a trabajar se muestra directamente al alumnado, sin utilizar ningún suceso o herramienta cercana al alumnado como intermediario para presentar el contenido científico. De esta manera, se hace más difícil la apropiación por parte del alumnado.		
2.	¿Se plantea inicialmente una pregunta o problema con sentido para los estudiantes y que va a organizar el desarrollo de la secuencia?	SÍ - NO
Observaciones: Se les muestra una serie de objetos y en relación a estos, se les pregunta: “¿Crees que flotará o se hundirá en el agua? ¿Por qué?”. Seguidamente, se repite la pregunta con otros objetos de igual volumen. Será esta la pregunta sobre la cual deberán organizar la búsqueda de su respuesta. Sin embargo, quizá sería conveniente plantear una única pregunta directamente, es decir, con solo una serie de objetos, para no confundir al alumnado en un primer momento.		

3.	¿Se aportan y discuten respuestas o hipótesis a esa pregunta?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: El alumnado expresa y discute hipótesis, las cuales son recopiladas para trabajar sobre ellas.		
4.	¿Se plantea la necesidad de buscar pruebas para validar la(s) hipótesis?	SÍ - <u>NO</u>
Observaciones: No se establece como tal, con el alumnado, la necesidad e importancia de buscar pruebas como paso indispensable para validar las hipótesis.		
5.	¿Se discute uno o más diseños para llegar a obtener esas pruebas?	SÍ - <u>NO</u>
Observaciones: Se realiza una búsqueda de pruebas, pero, dada la guía por el docente. No se discute entre el alumnado qué diseño es el conveniente para obtener pruebas que reafirmen la hipótesis.		
6.	¿Se lleva a cabo la obtención de datos o informaciones?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: Se lleva a cabo un proceso de medición de datos para la obtención de densidades de todas las sustancias		
7.	¿Se transforman esos datos en pruebas (argumentación) para contrastar las hipótesis o ideas iniciales?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: Una vez obtenidas las densidades de objetos y líquido, se analiza la relación entre ambas así como la flotación o no de dicho objeto en dicha densidad, obteniendo así conclusiones que permiten validar o no la hipótesis.		
8.	¿Se produce una progresión desde los modelos iniciales hacia modelos científicos (escolares)?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: Partiendo de un modelo inicial, se es capaz de obtener el siguiente enunciado y modelo científico: <i>“Los objetos con densidad menor a la del líquido en el que se vierte el objeto, flotan sobre él. En cambio, aquellos con densidad mayor a la del líquido en el que se vierte el objeto, se hunden.”</i>		
9.	¿Se evalúa y se utilizan esos modelos científicos (escolares) aprendidos?	SÍ - NO
Observaciones: El modelo obtenido es utilizado para realizar predicciones acerca de qué ocurriría en otros casos, pero, no es evaluado, por eso no indico ni sí ni no. En la realización de predicciones, se responden a preguntas como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ● Si tenemos un material con una densidad de 5 g/cm³ y lo echamos a un recipiente con agua, ¿se hundirá o flotará? ● Y qué ocurrirá con un objeto con densidad 1,5 g/cm³ ¿flotaría sobre el agua? ● ¿Qué ocurriría si este objeto de 1,5 g/cm³ de densidad se arrojase sobre un líquido cuya densidad fuese 2g/cm³ en vez de sobre agua? 		



8.2. Cuestionario aplicado a propuesta inicial de un compañero

Tabla 2. Cuestionario aplicado a propuesta personal de un compañeros

Título SEA (y autor/a): Horas de luz solar- David de Blas Gálvez

1.	¿Se plantea inicialmente un contexto cercano relacionado con el contenido a trabajar?	SÍ - <u>NO</u>
	Observaciones: Se introduce directamente el contenido a trabajar a través de una metodología expositiva acerca del Sistema Solar así como la explicación de conceptos relacionados con este, tales como los movimientos que realiza la Tierra.	
2.	¿Se plantea inicialmente una pregunta o problema con sentido para los estudiantes y que va a organizar el desarrollo de la secuencia?	SÍ - NO
	Observaciones: A pesar de que no se plantea una pregunta con sentido como tal al comienzo de la secuencia, si qué se propone que el alumnado exprese cuál es su creencia acerca de cómo gira el planeta Tierra sobre sí mismo, como vemos en “ <i>les pediré que imiten cómo creen que gira el planeta sobre sí mismo haciendo uso de una esfera y los datos de la presentación</i> ”. Por ello no se indica ni sí ni no.	
3.	¿Se aportan y discuten respuestas o hipótesis a esa pregunta?	<u>SÍ</u> - NO
	Observaciones: En la secuencia didáctica se contempla un momento de expresión y debate de posibles respuestas a la pregunta planteada en un comienzo. De igual manera, se reserva también un espacio de expresión y discusión de hipótesis para posibles preguntas con sentido que surgirán a lo largo de la secuencia.	
4.	¿Se plantea la necesidad de buscar pruebas para validar la(s) hipótesis?	SÍ - <u>NO</u>
	Observaciones: Enunciados como: “Al finalizar, diré cuál es el correcto”, “la volveremos a explicar de forma más detallada” o, “daré las respuestas”; nos muestran que no se plantea como tal la necesidad de validar pruebas para validar las hipótesis planteadas ya que, será el docente quien dé a conocer el contenido científico sin pasar por una búsqueda de pruebas para llegar hasta él.	
5.	¿Se discute uno o más diseños para llegar a obtener esas pruebas?	SÍ - <u>NO</u>
	Observaciones: No se realiza búsqueda de pruebas, por lo que no se discuten los diseños para ejecutar estas.	
6.	¿Se lleva a cabo la obtención de datos o informaciones?	SÍ - NO
	Observaciones: El alumnado no obtiene datos o informaciones como tal por ellos mismos, pero sí conocen los datos que ofrece el docente en sus explicaciones. Por ello no se indica ni sí ni no.	

7.	¿Se transforman esos datos en pruebas (argumentación) para contrastar las hipótesis o ideas iniciales?	<u>SÍ</u> - NO
<p>Observaciones: En este caso, mi respuesta en un sí ya que, utilizan los datos que conocen para tratar de explicar algunos sucesos. Tal y como vemos en “<i>a partir de esa pregunta, les pediré que piensen y que con los datos que han estado aprendiendo a lo largo de clase intenten explicar por qué el planeta cambia de estaciones.</i>” Los datos que conocen son empleados como base argumentativa para construir hipótesis. Sin embargo, no es un sí rotundo ya que, no se contrastan las hipótesis iniciales, sino que se emplean para la expresión de nuevas hipótesis para distintas preguntas.</p>		
8.	¿Se produce una progresión desde los modelos iniciales hacia modelos científicos (escolares)?	<u>SÍ</u> - NO
<p>Observaciones: El fin de esta secuencia didáctica es el aprendizaje de modelos científicos que explican conceptos como la traslación, rotación, inclinación del eje de la tierra... A partir de un conocimiento inicial el cual va progresando hasta el conocimiento del modelo científico.</p>		
9.	¿Se evalúa y se utilizan esos modelos científicos (escolares) aprendidos?	SÍ - NO
<p>Observaciones: Los modelos no se evalúan pero sí son utilizados con el fin de poder realizar predicciones para resolver casos concretos, tal y como ocurre cuando el alumnado debe rellenar la tabla acerca de cuántas horas de luz habrá en ciudades concretas cada mes del año; según el modelo ya conocido. Debido a que se cumple una de las dos, no me decanto por un sí o no cerrado.</p>		



8.3. Cuestionario aplicado a propuesta extraída de la literatura científica

Tabla 3. Cuestionario aplicado a propuesta extraída de la literatura científica

Título SEA (y autor/a): “Ni flota ni se hunde”-

1.	¿Se plantea inicialmente un contexto cercano relacionado con el contenido a trabajar?	SÍ - NO
Observaciones: En este caso, no indico ni sí ni no por los siguientes motivos. Es cierto que una Coca Cola puede ser un objeto llamativo y, quizá cercano, para el alumnado, pero, no es un contexto como tal que haya sido conocido por el alumnado con anterioridad. Es decir, no se atribuye a ninguna acción anterior en el agua o alguna noticia y/o obra de cualquier índole que pueda ser de interés para el alumnado.		
2.	¿Se plantea inicialmente una pregunta o problema con sentido para los estudiantes y que va a organizar el desarrollo de la secuencia?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: Se plantea como pregunta a partir de la cual se va a desarrollar la secuencia, la siguiente: “¿Crees que esta lata de Coca-Cola Light flotará o se hundirá en agua?” Será a esta a pregunta a la cual el alumnado deba dar respuesta planteando hipótesis y, posteriormente, seguir el método científico para aceptar o rechazar la hipótesis dada.		
3.	¿Se aportan y discuten respuestas o hipótesis a esa pregunta?	<u>SÍ</u> - NO
Observaciones: Con el fin de tratar de extraer verdaderamente las concepciones de cada alumnado de manera personal y, sin que estas ideas, sean influenciadas por lo que piensan los compañeros y, por ello, que el propio alumno/a las ignore quizá por inseguridad; las hipótesis serán escritas de manera individual en un primer momento. Será después cuando estas sean puestas en común y debatidas entre todo el grupo clase, tratando de crear un conflicto cognitivo entre ideas distintas que propicie el aprendizaje.		
4.	¿Se plantea la necesidad de buscar pruebas para validar la(s) hipótesis?	SÍ - <u>NO</u>
Observaciones: Ni en el artículo ni en el PowerPoint se plantea la necesidad de buscar pruebas para poder afirmar o rechazar una hipótesis dada, sino que, es el docente el que da la indicación de realizar la búsqueda de pruebas directamente. Es decir, no hay un espacio de reflexión para el alumnado con el fin de que este sea consciente de que si quiere aprobar o desmentir una afirmación debe probarlo.		
5.	¿Se discute uno o más diseños para llegar a obtener esas pruebas?	SÍ - NO
Observaciones: No en todos los pasos de búsqueda de pruebas se da margen para la discusión de diseños de pruebas, pero sí que se hace por ejemplo, la discusión de procedimientos de medida como los siguientes casos: en la SEA del artículo se pregunta “A6. ¿Cómo podemos medir cuánto pesa el agua que desaloja la lata?» y, de igual manera, se hace en la SEA del Power Point A4. “¿Cómo puedes medir el peso? ¿Conoces algún aparato que sea capaz de medir el peso?”. Sin embargo, esto es una discusión acerca de pequeños pasos dentro de la búsqueda de pruebas, pero, una discusión		

	general acerca de qué datos necesitamos para aceptar o rechazar una hipótesis y, como somos capaces de llegar a obtener dichos datos. Por ello no se indica ni sí ni no.	
6.	¿Se lleva a cabo la obtención de datos o informaciones?	SÍ - NO
	Observaciones: La obtención de datos e informaciones, no sólo numéricas, es un pilar fundamental en estas dos SEAS. Se obtienen distintas informaciones como por ejemplo, qué ocurre con los objetos mencionados al dejarlos en el agua, permitiendo esto derivar en conclusiones esenciales. Asimismo, se lleva a cabo la obtención de datos acerca del peso de la lata y el peso del agua desalojada.	
7.	¿Se transforman esos datos en pruebas (argumentación) para contrastar las hipótesis o ideas iniciales?	SÍ - NO
	Observaciones: Sí, se aprecia de manera clara en la SEA planteada en el artículo. Muchas de las hipótesis planteadas por el alumnado eran similares a “se hundirá el objeto más pesado”. Sin embargo, ellos mismos comprobaron que a pesar de ser el termo y la caja de galletas los objetos más pesados, eran los dos únicos que flotaban. Esto les hace descartar la hipótesis inicial planteada.	
8.	¿Se produce una progresión desde los modelos iniciales hacia modelos científicos (escolares)?	SÍ - NO
	Observaciones: Sí se produce una progresión desde los modelos iniciales, es decir las ideas previas del alumnado expresadas acerca de qué ocurrirá con la lata si la dejamos en el agua, hacia un modelo científico escolar. Este, será el principio de fuerza que determina la flotación o no en un objeto vertido en un líquido, en el cual, según cómo sea la relación entre el empuje y el peso, el objeto flotará, se hundirá o, se mantendrá en reposo.	
9.	¿Se evalúa y se utilizan esos modelos científicos (escolares) aprendidos?	SÍ - NO
	Observaciones: El modelo es utilizado para realizar predicciones acerca de qué ocurrirá en relación con la flotación o no de otros objetos planteados, sin necesidad de realizar el experimento para conocer la respuesta, tal y como ocurre en la siguiente actividad: “A5. ¿Qué les va a suceder a los demás objetos cuando sean colocados en un recipiente con agua? Dibuja y explica tu predicción.” Igualmente, no solo se emplea para determinar si un objeto flotará o no, si no para poder cuantificar el empuje si conocemos el peso del objeto y su situación al intentar sumergirse, como si de una ecuación se tratase, tal y como ocurre en la siguiente actividad: “A7. ¿Cuánto pesará el agua desalojada por el bote pequeño y por el termo?”. Sin embargo, el modelo no es evaluado en sí quizá por la brevedad de la sesión y la complejidad que esto supondría. Por ello no se indica ni sí ni no.	



8.4. Cuento “La bruja que consiguió flotar”

Tendida en la hierba junto al río se encontraba una bruja, la bruja Calixta que estaba repasando algunos hechizos de su libro. La jefa de las brujas le había ordenado que comenzara a practicar algunos hechizos y encantamientos, pero hacía mucho calor y a la bruja no le agradaba la idea de practicar, pero en su aburrimiento, la bruja terminó leyendo el libro.

Inició su lectura al mismo tiempo que bostezaba:

– ¿Cómo convertir una rana en un príncipe? – leyó de manera interrumpida por los bostezos – Tres cucharadas...de polvo de luna, agréguese también, jugo de murciélago...

La bruja Calixta se dejó caer sobre la hierba y con la mirada hacia el cielo comenzó a observar cuidadosamente las nubes que flotaban delicadamente.

– Me encantaría ser como una de esas nubes que flotan en el cielo ¡Excelente idea! ¡Lo haré! aprenderé a flotar como una nube.

En ese momento comenzó a ojear las páginas del libro y a buscar rápidamente algún hechizo que la ayudara con su nueva idea, hasta que lo consiguió. Encontró en el libro un hechizo que decía: “¿Cómo convertirse en una nube?”.

– Como una nube de algodón que flota en el cielo así quiero ser yo ¡Abrakadabra!

¡Puffff!, de repente Calixta comenzó a subir y subir cada vez más hacia el cielo donde flotaban las nubes, hasta flotar serenamente entre ellas.

– Ahhhh, pero que bien se siente flotar, si mi jefa pudiera verme en este momento.

– Qué extraño ¿Qué será esa pequeña mancha negra tan peculiar que se ve en el cielo? – Se preguntaba la gente al ver a la bruja flotando en el aire.

Y justo en ese instante, el encantamiento perdió su efecto y de repente Calixta comenzó a caer cada vez más hasta terminar en el río.

– ¡Auxilio! ¡Ayuda! ¡Me ahogo!

– Y entonces ¿Por qué no aprendes a nadar? – preguntó una rana que veía como Calixta intentaba salir del agua.

– Pues porque no quiero nadar ¡quiero flotar! – contestó la bruja – A ver, a ver, aparte de las nubes ¿Qué otras cosas pueden flotar? ¡Ya sé! ¡Un barco! Voy a buscar algún hechizo que pueda darme un barco.

Nuevamente comenzó a buscar en su libro y finalmente encontró un encantamiento que podía darle un barco y decía de la siguiente manera:

– Haz que aparezca un barco en medio de este río, pues en él me tenderé y de esa manera flotaré.

¡Puffff! Entonces frente a los ojos de Calixta apareció de repente una pequeña barca roja que se encontraba en la orilla del río. La bruja subió a la pequeña barca y se alejó de la orilla adentrándose cada vez más en el río hasta que se encontró justo en el medio de él.

– Que maravillosa y agradable sensación.

Pero de repente, Calixta se dio cuenta de que algo frío y mojado le estaba empapando los pies

– ¿Qué será esta sensación? – se preguntó.

Al reaccionar y ver hacia abajo se dio cuenta de que la pequeña barca se estaba llenando de agua. La bruja, rápidamente comenzó a sacar el agua del bote con el sombrero, pero era

inútil, el agua subía más y más; y la barca se iba hundiendo cada vez más rápido, hasta que ya el bote no podía verse.

– ¡Ayuda! ¡Ayuda!

– ¿Por qué siempre terminas en el agua? – se burló la rana – deberías aprender de una vez por todas a flotar como yo.

– Eso intento – contestó Calixta – pero a mi no me resulta tan fácil.

– Ven, vamos a intentarlo ¡Anímate! – le dijo la rana.

La rana se tendió de espaldas en el agua y la bruja lo intentó también, Calixta aprendió a flotar rápidamente gracias a que la rana sabía enseñar muy bien.

– Esto es mejor que esos tontos encantamientos que no sirven para nada – dijo Calixta mientras flotaba tranquilamente en el río. En tanto que, en la orilla, permanecía abandonado el libro de hechizos.



8.5. Cuadernillo del estudiante

NOMBRE:

1. ¿Cómo crees que quedaría la Coca Cola light si la dejamos en el recipiente con agua?

	1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	RESULTADO PRUEBAS
			

2. ¿Qué crees que pasaría si dejamos en el recipiente de agua los siguientes objetos?

	1º HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	RESULTADO PRUEBAS
 			
 			
 			



3. ¿Hacia dónde iría el objeto en los siguientes casos? Dibuja la flecha

	1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	RESULTADO PRUEBAS
<p>EMPUJE MAYOR QUE PESO</p> <p>E _P</p>			
<p>PESO MAYOR QUE EMPUJE</p> <p>P _E</p>			

**4. ¿Cómo crees que quedaría la Coca Cola normal si la dejamos en el recipiente con agua?
Dibuja las flechas de las fuerzas peso y empuje**

RESULTADO PRUEBAS	2ª HIPÓTESIS	1ª HIPÓTESIS	
			



5.

-¿Cómo crees que has trabajado?

GENIAL	BIEN	PODRÍA MEJORAR
--------	------	----------------

-¿Te gustaría ser científico/a?

-¿Cómo te has sentido? Dibújalo y/o escribe tu emoción