

Un *applet* como escenario para el aprendizaje de la flotabilidad con estudiantes de cuarto grado de primaria

HÉCTOR JOSÉ TORRES JAIMES

Docente investigador, Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar, Universidad Nacional de Colombia

1. Introducción

Las principales dificultades que se han detectado en los estudiantes cuando requieren hacer uso de conceptos relacionados con la flotabilidad, específicamente con propiedades de la materia como masa, volumen y densidad, están asociadas a diversos aspectos entre los que sobresalen dos; la asociación del fenómeno de la flotación al tamaño de los cuerpos y la dificultad para relacionar la densidad como factor influyente en la flotación. El hecho que el aumento del volumen de los cuerpos sea proporcional a la masa cuando la densidad permanece constante, hace que los estudiantes presenten una contraintuición al relacionar este aumento con una diferencia en el fenómeno de la flotación.

De la misma manera, autores como Bullejos, J., & Sampedro, C. (1990) reconocen en los estudiantes debilidades asociadas a poca precisión en los conceptos de masa y volumen al identificarlos como propiedades asociadas al fenómeno de la flotación de los cuerpos y en esta misma línea se hacen evidentes dificultades relacionadas con la asociación de unidades y las cantidades determinadas como medida, es decir, la manera como interpretan los valores de masa en términos de gramos o kilogramos, por tanto es posible considerar que la identificación de estas unidades de medida, no son claras para ellos; en consecuencia se hace necesario favorecer la percepción visual de las diferencias entre volúmenes de los cuerpos como una forma de orientar la identificación de concepciones sobre la flotabilidad y sus propiedades asociadas.

Así las cosas y en la línea de contribuir a la exploración de alternativas didácticas que contribuyan a la construcción de escenarios de aprendizaje apropiados para acercar a los estudiantes a una mejor comprensión de las propiedades básicas de la materia se integra un tipo de aplicación informática actualmente muy común en los repositorios de recursos digitales y a la que se le ha denominado *applet*. El término fue introducido a principios de la década de los noventa por la compañía Apple para definir a aquellos componentes que se ejecutan en el contexto de un programa anfitrión, normalmente un navegador web, y que ejecutan una función específica en la línea de la simulación e interacción. Dada su sencillez de construcción, descarga y uso, los *applets* no tardarían mucho tiempo para llegar a las aulas a modo de juegos y simuladores que en el proceso de aprendizaje de las ciencias han mostrado excelentes resultados como así lo confirman Bohigas; X., Jaén; X. & Novell; M. (2003)

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

ISSN: 1681-5653

n.º 61/4 – 15/04/13

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)



2. *Applets* y aprendizaje

Se considera un *applet* a un componente informático pequeño que se ejecuta en el contexto de otro programa generalmente un navegador web o similar, se caracteriza por una interfaz basada en multimedia que permite la interacción con el usuario por lo que generalmente se usa con fines de juego y simulación. La gran facilidad de ejecución de los *applets* descarta la dificultad representada por la instalación de aplicaciones y al encontrarse grandes cantidades de estos recursos en línea bajo licencia de uso libre suelen acompañar el aprendizaje en niveles en donde el manejo de múltiples variables supone distracción y la inversión de tiempo a aspectos que no necesariamente son relevantes para lograr la comprensión de ciertos fenómenos.

Su uso está actualmente tan distribuido que incluso numerosos aparatos de tecnología móvil como tabletas y teléfonos han adaptado sus sistemas operativos de modo que los *applets* se puedan ejecutar sin ninguna restricción. Sin embargo, es claro que a diferencia de un programa computacional estos no pueden ejecutarse de manera independiente y requieren de aplicaciones como Internet Explorer, Google Chrome, Firefox Mozilla, Netscape, etc., carecen de roles y sesiones lo que impide guardar datos, trabajar de forma colaborativa y gestionar usuarios y contraseñas, además de ello los privilegios de seguridad son restringidas lo que impide la edición de dichos contenidos por el usuario final.

Entre las múltiples posibilidades de *applets* que se usan actualmente en el contexto educativo llaman la atención los soportados por la aplicaciones Java y Flash, aunque existen otras aplicaciones como el reproductor de Windows Media y herramientas que permiten la reproducción y visualización de contenidos de video, audio, animación y modelos 3D. En cuanto a su acceso y obtención no hace falta una búsqueda especializada, basta con introducir en el buscador de un explorador web el contenido que se requiere seguido de palabras como *applets*, animación o simulación y se generará una amplia lista de sitios web y repositorios desde los que se puede acceder o descargar el *applet* deseado.

Desde hace algunos años docentes especialmente de ciencias y matemáticas han reportado a través de publicaciones los buenos resultados en el aprendizaje de conceptos de cierta complejidad o ligados a procedimientos que se dificultan en el contexto de la educación básica. En este sentido, Esquembre, Marín, Wolfgang, & Belloni(2004) plantean específicamente los buenos resultados en el aprendizaje de la física al usar aplicaciones informáticas en el aula, igualmente Rosado & Herreros(2009), señalan un balance en términos de ventajas y desventajas del uso de aplicaciones como laboratorios virtuales, remotos y *applets*. Finalmente, Torres & Soler (2003) profundizan en la aplicabilidad y pertinencia didáctica de este tipo de recursos en el marco del aprendizaje de las ciencias especialmente la física.

3. Ruta de acciones en la construcción de la propuesta

A partir de la evaluación de los discursos y explicaciones de 60 estudiantes de grado cuarto de primaria alrededor de situaciones hipotéticas relacionadas con el fenómeno de flotación, se intuye que dificultades relacionadas con los conceptos de masa, volumen y densidad persisten en el alumnado pese al trabajo académico que supone la enseñanza de las ciencias en los anteriores grados. De allí la necesidad de plantear una ruta de acciones que no solo permita identificar puntualmente las dificultades, sino además

la construcción de una propuesta didáctica que acerque a los estudiantes a la comprensión del fenómeno de flotación en los términos de las propiedades básicas de la materia.

En esta ruta, se plantean una serie de actividades en tres momentos, el primero de exploración de concepciones alternativas a través de la construcción de predicciones acerca de un hecho en particular, luego la interacción con la herramienta virtual *buoyancyPlayground* y finalmente la formalización de conclusiones mediante la proyección de argumentos e interpretaciones del comportamiento de los cuerpos en el contexto de la flotación o hundimiento.

3.1 Exploración de ideas alternativas mediante la predicción

Mediante la aplicación de un instrumento en el marco del primer momento, esto es en la exploración de concepciones alternativas, se logra determinar que los estudiantes presentan dificultades en la interpretación de los fenómenos de flotación al asociar el hundimiento o flotación con el tamaño de los cuerpos, de otro lado se evidencia la dificultad para relacionar la densidad como factor influyente en la flotación.

Mediante un cuestionario en línea compuesto de preguntas cerradas y abiertas los estudiantes se enfrentaron a situaciones hipotéticas en las que debían determinar si un cuerpo con ciertas características flotaría o se hundiría en términos de “¿qué sucedería si un cubo de madera de tres kilogramos se coloca en un recipiente lleno de un fluido?” de esta manera se dirigían preguntas variando el fluido, la composición y forma del cuerpo. Para entrar en detalles el instrumento de exploración de ideas alternativas tenía dos enfoques, en el primero se crean tres situaciones en las que un par de cubos de diferente masa y material; madera, hierro e icopor, se hacen flotar en un recipiente lleno de agua. Mientras que el 32% de los 60 estudiantes encuestados considera que un cubo de 100 kg de masa se hunde el 8% cree que si la masa de este cubo se reduce a 1 kg este flotará. En este mismo sentido el 47% de los estudiantes consideran que un cubo de 700 kg de masa se hundirá mientras que el 5% cree que al reducir la masa a 7 kg este permanecerá a flote¹.

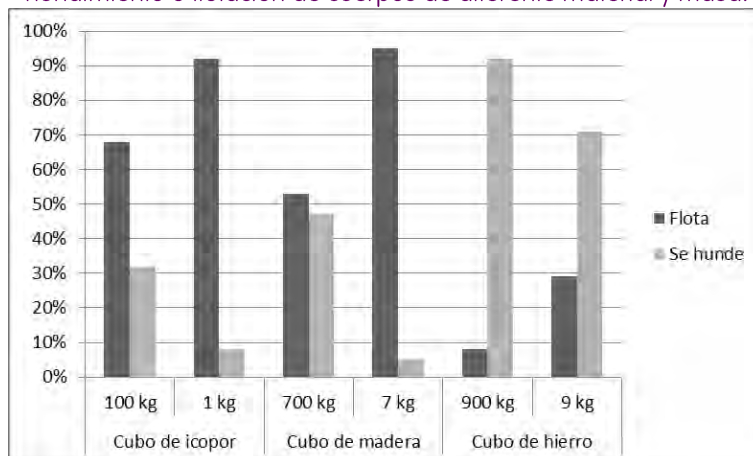
De otro lado, los estudiantes que afirman que independiente de la masa del cuerpo este experimentará el mismo fenómeno de flotación, carecen de elementos para argumentar de manera coherente que este hecho responde a una relación entre la masa y el volumen del cubo, en su lugar proyectan respuestas asociadas a la contextura, dureza, suavidad, entre otras características del material o factores externos como la fuerza de gravedad. Cabe mencionar además que un grupo pequeño de estudiantes, 5% asocian al fenómeno de flotación a características inherentes del material, “...flota por ser *madera*...” sin hacer mención de la diferencia de densidades.

Una tendencia general respecto de este primer ejercicio es el desconocimiento de las propiedades del fluido, ya que ninguno de los estudiantes relaciona las características del agua como factor determinante para el fenómeno de flotación así como las características del aire en un ejercicio paralelo en torno de la elevación de globos, *¿Por qué los globos llenos de helio se elevan?*

¹ Puede consultarse el instrumento directamente en <https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?fromEmail=true&formkey=dFFvckNtdnEycUEtQTR2dUVsWHBSa2c6MQ>

Gráfico 1

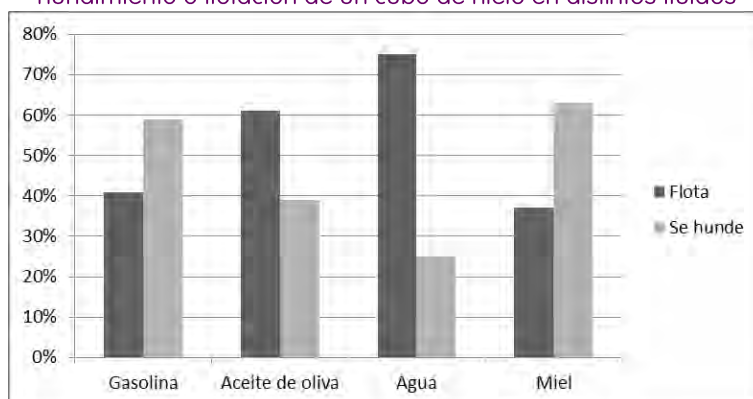
Respuestas proyectadas por el instrumento de exploración de ideas alternativas a partir de la predicción del hundimiento o flotación de cuerpos de diferente material y masa.



De allí surge la importancia del segundo acercamiento a la exploración de ideas alternativas y para este caso variar de manera hipotética el fluido mediante en el que los diferentes cuerpos flotarían o se hundirían. En este sentido, se plantearon cuatro recipientes llenos de diferentes líquidos como agua, aceite de oliva, miel y gasolina en los cuales se deposita un cubo de hielo. Las explicaciones proyectadas al hecho de flotación o hundimiento hacen referencia a la composición de cada uno de los fluidos y en especial se asocian al origen de estos, "...en la gasolina se hunde porque está proviene del petróleo y en el aceite de oliva flota porque es un producto natural..." en este mismo sentido se acude a la viscosidad como elemento fundamental en la flotación "...en la miel se hunde pues es más espesa que el agua..." y otro grupo acude a la experiencia pues en algún momento en su escolaridad realizaron el ejercicio, sin embargo proyectan una respuesta contraria a lo que ocurre en la realidad. En términos generales los estudiantes participantes de la exploración de ideas alternativas requieren de elementos para construir respuestas en las que las propiedades básicas de los fluidos, como la masa y el volumen y en esta línea la densidad, sean consideradas como importantes en el fenómeno de la flotación de los cuerpos.

Gráfico 2

Respuestas proyectadas por el instrumento de exploración de ideas alternativas a partir de la predicción del hundimiento o flotación de un cubo de hielo en distintos fluidos



Paralelo al proceso de aplicación del instrumento se plantearon una serie de situaciones hipotéticas de forma grupal en la que se representaron mediante esquemas y dibujos las ideas de los estudiantes que van en la línea de los resultados mostrados y como se ha venido presentando van en la identificación de

dificultades en torno de la asociación de las propiedades básicas de la materia con el fenómeno de la flotación.

3.2 El escenario de aprendizaje

A partir de la información obtenida a través del instrumento de exploración de ideas alternativas mediante la predicción se procede a construir un escenario de aprendizaje al que se integra el *applet*, siguiendo la metodología que propone Cadile & Vermouth (2012) en la que es fundamental el diseño de una guía que evite que los estudiantes se queden en la fase del juego superficial con la animación y trasciendan a la simulación de situaciones a partir de las cuales formalicen conclusiones. En esta línea, se agrupan las actividades a tres fases, en primer lugar un acercamiento al reconocimiento de los elementos que componen el *applet*, en segundo lugar el trabajo con este en la simulación de situaciones orientadas y libres para finalmente basados en las regularidades construir afirmaciones fundamentales para la formalización de conclusiones.

El reconocimiento del *applet* se da mediante actividades dirigidas al reconocimiento de los diferentes elementos, escenarios e indicadores que componen el *applet*. Así, se invita al estudiante a explorar cómo varía la masa, volumen y material que compone cada cubo al igual que modificar el fluido que llena el recipiente dispuesto para ello. Dado que una de las características primordiales de un *applet* es su facilidad de manejo, lo que lo hace intuitivo, no hace falta ahondar en mucho detalle y preguntas de tipo “¿Cómo cambiar el material del que está hecho el cubo?” “¿Cómo sumergir el cubo en el recipiente?” o “¿Cómo aumentar el volumen de un cubo de madera?” Son suficientes para provocar el reconocimiento y una amplia expectativa entre los estudiantes. En esta línea, se presenta a continuación una breve presentación del *applet* con el fin que lector reconozca sus potencialidades en el contexto de este ejercicio.

Descripción del software “BuoyancyPlayground”

La aplicación usada en la actividad es un *applet* en idioma inglés diseñado en Java que puede ser rescatado de <http://mscerts.programming4.us/es/889200.aspx>. El ambiente virtual muestra varios espacios acompañados de los datos que se usan en los diferentes ejercicios, predicciones y reflexiones.

Gráfico 3
Entorno gráfico del *applet* BuoyancyPlayground.



El tanque o recipiente (Inferior)

Uno de los espacios mostrados por el *applet* es un tanque que se puede llenar con algún fluido que va desde aire hasta miel y que es posible modificar por medio de una barra horizontal sobre la que se despliega un indicador. Es importante notar que al finalizar la barra de control del medio con el que se llena el recipiente se muestran los datos de densidad en términos de Kg/L

Los bloques (Superior izquierda)

Los bloques de diversos materiales se sumergirán en el recipiente con el fluido seleccionado. El estudiante puede usar los bloques preestablecidos de distintos materiales o diseñar nuevos bloques con valores de masa y volumen (Densidad) a juicio del jugador. Para alternar entre estas dos alternativas el espacio de los bloques cuenta con un control que permite seleccionar entre *Mi bloque* y *Material*.

El panel de selección de materiales prediseñados presenta la posibilidad de seleccionar materiales que van entre icopor, madera, hielo, aluminio, entre otros; además de proveer la información de masa y volumen en un recuadro sobre el indicador de la barra de desplazamiento horizontal. El espacio además permite variar los valores de masa y volumen necesarios en las comparaciones.

En la opción de diseño de bloques el material del que está construido el cubo es hipotético y permite dar valores precisos de masa y volumen por lo que se obtiene un dato de densidad a voluntad del participante.

Finalmente, es posible alternar entre un solo espacio de obtención de bloques o dos espacios seleccionándolo en el botón ubicado en la zona superior derecha. El uso de dos bloques permite hacer comparaciones entre el comportamiento de dos cuerpos con respecto a un mismo fluido.

La ejecución

El funcionamiento es realmente sencillo, se prepara el medio en la cuba o recipiente, luego se diseñan uno o dos bloques que se sumergirán en el fluido y finalmente se arrastra el bloque al tanque para valorar su flotabilidad. La lectura de los datos de densidad se hace de manera directa en los respectivos espacios.

Otros componentes

Además de los componentes mencionados el *applet* cuenta con otras herramientas que pueden ser usadas en ejercicios que relacionen fuerzas. Cuenta en la parte central derecha con un instrumento que permite medir su peso en Newtons, además de un panel inferior izquierdo que posibilita la visualización de otras fuerzas como la gravedad, el empuje y el contacto. Por otra parte, tiene la opción de seleccionar la visualización de los valores de masa y fuerzas.

Trabajo con el *applet*

Con el objetivo de favorecer la contrastación de ideas de los estudiantes sobre el fenómeno de flotación a partir de la consideración de la relación masa - volumen a través del uso del *applet*, se presentaron una serie de actividades orientadas a comprobar predicciones y observar regularidades. En este sentido se aborda en primer lugar la relación entre masa y volumen para introducir a los estudiantes al concepto de densidad. Así es como se solicita que variando la masa de cubos de distintos materiales

registren el volumen y logren la relación entre estos con el fin de llevarlos a la constante del valor de la densidad para cada tipo de material a la vez que hacerlos conscientes que el aumento de masa es proporción al del volumen en estas condiciones particulares, pues es de aclarar que dicha relación puede depender de otros parámetros físicos.

Tabla 1

Tabla de registro de resultados de exploración del volumen al variar la masa cuerpos de diferente material.

	Masa	Volumen	Densidad (D= M/V)	Justificación
Cubo de ladrillos				
Cubo de Icopor				
Cubo de madera				
Cubo de aluminio				
Cubo de hielo				

Mediante una tabla de construcción colectiva a través de la herramienta virtual para la construcción de formularios de google, los estudiantes registraron sus aportes y dado que esta se actualiza en tiempo real en tan solo treinta minutos se tenían 570 datos en los que claramente se observaba la regularidad de la densidad para cada material independiente de la masa utilizada para el ejercicio. Así las cosas, se procede a la exploración de las propiedades del fluido; para lo que se hace uso de preguntas directas e indirectas del tipo "¿Cuál es el valor de la densidad de la gasolina?" y "Usando las palabras masa y volumen; ¿Qué significa que la miel tenga una densidad de 1.42 kg/L?" respectivamente. Con esto se logra llevar a los estudiantes de la consideración de esta propiedad en el espectro de factores de los que depende la flotabilidad.

En esta misma línea de ideas queda por resolver el asunto de la interacción entre el cuerpo y el fluido, lo cual se aborda a través de un ejercicio en el que se introduce a manera de situación hipotética la necesidad de interactuar con el *applet* en busca de la relación entre la densidad del fluido y la densidad del cuerpo a sumergir de cuyo resultado se comprende el hecho de la flotación o hundimiento. En consecuencia se plantea a los estudiantes un ejercicio en el que un barco que navegaba por las aguas de un río, llevando una carga compuesta por cubos de diferentes materiales y masas chocha contra una roca y al suceder esto la carga cae al agua. Se cuestiona entonces acerca de los cubos que permanecerían a flote y los que se hundirían asimismo por la longitud de la zona que permanece sumergida de los cuerpos que permanecen a flote. Finalmente, se varía se compara el fenómeno de flotación variando la masa de los cuerpos y en esta misma idea el fluido en el que los estos se sumergen.

Tabla 1

Tabla de registro de resultados del ejercicio de sumergir diferentes cuerpos en distintos fluidos.

	Densidad del cubo	Densidad del aceite	Densidad de la Gasolina	Densidad de la Miel	Justificación
Ladrillos					
Polipor					
Aluminio					
Madera					
Hielo					

En esta ruta, se lleva nuevamente al grupo de estudiantes a desarrollar predicciones integrando propiedades básicas de la materia con el fin de formalizar el pensamiento en términos matemáticos y desprenderlos del uso del *applet* como elemento que apoya sus predicciones. Así las cosas, se busca formalizar el pensamiento a través del modelo matemático que posteriormente brinde los elementos necesarios para sortear situaciones relacionadas con el fenómeno de flotación a partir del citado modelo.

Construcción de enunciados

A lo largo de la experiencia que llevó a los estudiantes a contrastar sus predicciones con las observaciones del evento a través de la simulación que el *applet* les permite, van apareciendo una serie de enunciados registrados en los instrumentos que permiten el acercamiento a la formalización del conocimiento a través de argumentos de orden matemático y físico que tienen como objeto construir un modelo mental tal que desligue la necesidad del uso de una simulación para acercarse a la solución de un problema. Dicho razonamiento es un proceso de pensamiento de orden superior y por su complejidad no solo permite el avance hacia la construcción y articulación de contenidos y conceptos más elaborados sino que además resulta en necesidad de primer orden en la resolución de problemas y toma de decisiones en la inmediatez de su cotidianidad.

En este sentido, emergen de la experiencia de los estudiantes enunciados como: "el aumento de masa es proporcional al del volumen de los objetos", "La densidad es constante en cada tipo de material siempre y cuando las condiciones se mantengan iguales", "Que un cuerpo flote o se hunda en un fluido depende de la diferencia entre el valor de sus densidades", "La densidad de un objeto depende de la relación entre el volumen y su masa", estos enunciados que además se presentan a manera de foro permiten construir conclusiones significativas que suman al proceso de aprendizaje de las ciencias a través de la experiencia y la indagación. Sin embargo, es de resaltar que si bien son la mayoría de los estudiantes quienes alcanzan este nivel de interpretación de las regularidades del fenómeno que se simula, hay un grupo que presenta enunciados en el nivel concreto haciendo alusión a las particularidades de cada cuerpo más que a las del fenómeno de la flotación y su relación con la densidad a manera de modelo. De esta manera, presentan conclusiones del tipo "sin importar la masa de la madera esta siempre flotará sobre el agua porque su densidad es menor", "...no importa el tamaño del hielo, siempre flota sobre el agua pues si aumenta la masa también aumenta el volumen y entonces la densidad siempre será igual, es decir, menor que la del agua, por eso flota...". Esto permite evidenciar niveles de aprendizaje de los estudiantes a través de la estrategia así como también entrar a analizar para futuras experiencias tendencias en la dinámica del taller que permitan madurar este aprendizaje desde lo concreto hacia lo formal.

Formalización de conclusiones

Como fase final de este proceso se busca un ejercicio que permita además de generar un espacio de autoevaluación de los aprendizajes por parte de los estudiantes una dinámica dirigida a evaluar la estrategia a través de sus alcances. En este sentido, se proyecta un taller con el objetivo de identificar los

cambios de interpretación que los estudiantes hacen del fenómeno de flotación después de la interacción con las actividades desarrolladas en el escenario construido y las ventajas y desventajas de la actividad realizada.

1. *En la vida cotidiana experimentamos el fenómeno de la flotación. Identifica al menos dos ejemplos y mencione de qué manera es posible explicar que un cuerpo flote o se hunda en un fluido.*
2. *Responda las siguientes preguntas:*
 - a. *¿De qué depende que un cuerpo flote?*
 - b. *¿Es cierto que cuanto más pequeño sea un cuerpo más probabilidad tiene de flotar en el agua u otro fluido? Explique su respuesta.*
 - c. *¿Cómo influye el fluido en la flotabilidad de un cuerpo?*
 - d. *¿Por qué un sólido que flote en un líquido lo hace siempre igual sin importar los valores de masa o volumen?*
3. *Señale si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y explique sus respuestas:*
 - a. *Las características de un fluido influyen en la capacidad de flotación de un cuerpo ()*
 - b. *Si un cuerpo tiene gran volumen siempre se hundirá en el agua ()*
 - c. *La masa de un cuerpo influye en la capacidad que este tenga para flotar ()*
 - d. *Entre mayor sea la masa de un cuerpo más difícil es lograr que flote ()*
 - e. *Si importar el fluido un sólido siempre flotará igual ()*
 - f. *La flotación de un cuerpo depende del fluido en el que se sumerja ()*

Del desarrollo de las tres actividades que componen el taller permiten evidenciar tres aspectos que pueden ser relacionados con los avances de los estudiantes así como la pertinencia del escenario de aprendizaje construido con la ayuda del *applet*. Así entonces, se evidencia que mientras cerca del 80% de los estudiantes responden al cuestionamiento acerca del fenómeno de flotación en la cotidianidad haciendo uso del modelo de flotación dependiente de la flotabilidad el 16% acuden a situaciones particulares tales como explicar la flotabilidad en términos de las propiedades básicas características de la madera, hielo, icopor y el hundimiento del concreto y hierro entre otros y en el 4% persisten las ideas alternativas en torno a que la flotación es un fenómeno dependiente del tamaño de los objetos, es decir que si un objeto es pequeño flota mientras que uno grande se hunde sin importar si se trata del mismo material.

Con respecto del segundo cuestionamiento se evidencia la tendencia similar en cuanto a la distribución de frecuencias resultante del primer ejercicio, además en este aparecen interpretaciones en términos del concepto de densidad, masa, volumen, fluido, material del cuerpo, entre otros, y en una menor proporción se atañe a la explicación de la flotabilidad otras propiedades como la dureza, el peso y el tamaño. En este ejercicio entra además el fluido sobre el que se hundan o flotan los objetos como protagonistas de fenómeno de flotabilidad, dado que hasta este momento cerca de un 70% de los estudiantes no lo relacionaron en su respuesta se puede llegar a pensar que en términos de resaltar la importancia que para el fenómeno de flotabilidad tienen este se ha de potenciar en las actividades un mayor acercamiento al estudio de sus propiedades. Sin embargo, la indagación por las características del fluido en relación con el fenómeno de flotabilidad permite ver que el 90% de los estudiantes considera que sus propiedades son definitivas en el resultado de cualquier experiencia en el que se sumerja un cuerpo, el 80% con la claridad que sus propiedades de masa y volumen son determinantes en el resultado y el 10% restante con repuestas que permiten evidenciar que sin bien es considerado fundamental no con explicaciones suficientes para garantizar una predicción en acertada en términos de un ejercicio práctico, el restante 10% hace alusión de manera concreta a los fluidos usados por el *applet* como la miel, el aceite, la gasolina y el agua para traer a colación que el producto de la flotación depende de las características de los materiales que se sumerjan específicamente en estos fluidos.

Para el ejercicio final, la dinámica de falso y verdadero, permite a los estudiantes un debate en torno de las diversas posibilidades en torno del fenómeno estudiado, la puesta en común además en el pleno de la clase permite analizar el discurso verbal además del escrito, apareciendo en este ejercicio elementos nuevos que pueden estar ausentes en la escritura pero que además permiten a los demás estudiantes una oportunidad de afianzar sus aprendizajes o reorientarlos a partir de los argumentos de los otros. Tras acaloradas discusiones que incluyeron elementos de flotabilidad así como nuevas expectativas de trabajo relacionados con la ley de Arquímedes, el peso, la viscosidad, el rozamiento, ley de Bernoulli, entre otros centros de interés se evidencia que los discursos de los participantes responden adecuadamente a los retos que desde el lenguaje hipotético y la predicción se presentan, esto no solo refuerza el poder del argumento y las pruebas que en ciencias constituyen un componente fundamental sino que además se crean otros interrogantes y rutas de acciones que mueven a los estudiantes a buscar otras experiencias en su aprendizaje de las ciencias.

4. Reflexiones en el marco del uso de *applets*

Ha de decirse que si bien hoy existe una tendencia a considerar estas generaciones como nativos digitales no implica que sean conocedores de las herramientas virtuales ni aún mucho menos su pertinencia en el aprendizaje, por lo que el docente ha de considerar que si bien los estudiantes muestran habilidades para el manejo de recursos como los *applets* no necesariamente su aprendizaje será autónomo en un primer momento por lo que dirigir la actividad a través de talleres, preguntas, situaciones hipotéticas y debates son una manera eficiente de integrar el elemento al escenario de aprendizaje pues este por sí mismo no significa una intervención didáctica efectiva. En este orden de ideas ha de pensarse en dos planos en los términos del examen de la experiencia y de la pertinencia del *applet* y su resultado con los estudiantes para lograr determinar las características que se adecuan a la clase como referente para la búsqueda de otro recurso que se usará en el futuro.

4.1 Acerca de la interpretación de la experiencia

El análisis de los resultados y observaciones en torno de la dinámica de la actividad puede orientarse al hecho de proponer una posible explicación del contraste observado de las predicciones, a manera de exploración de las ideas alternativas y los resultados del trabajo con el *applet*. Además la evaluación puede girar en torno a si se escogió un método para resolver el problema, o se buscó explicar el “*por qué*” en cada paso, si se seleccionaron procedimientos y si quedó claridad en el uso de estos para solucionar otros problemas en el futuro y finalmente si se logró que se comprendiese que se puede cambiar de las condiciones iniciales para inventar un nuevo problema.

En relación al evidente contraste entre las ideas alternativas de los estudiantes previo al trabajo con el *applet* y las tendencias interpretativas a los fenómenos luego de la participación en el escenario de aprendizaje se puede inferir que en efecto el ejercicio logra un cambio conceptual que brinda a los estudiantes nuevas formas de acercarse a la interpretación de los fenómenos que para este caso particular es el de flotabilidad dependiente de la densidad. El trabajo con el *applet* permite la concentración en las variables de interés que luego reforzará la práctica, pues dado el pensamiento concreto de los estudiantes de grado cuarto el manejo de múltiples variables pueden causar distracción y ruido conceptual, y por ende su

atención no siempre se centra en los puntos clave para la explicación del fenómeno. Puntualmente, en un ejercicio de flotabilidad el trabajo con líquidos, con objetos de diferentes tamaños, los accidentes, además de otras variables como la dificultad para medir con precisión el volumen, la masa, el desplazamiento del fluido y la zona sumergida y flotante del cuerpo se establecen como factores que pueden entorpecer el correcto desarrollo del ejercicio.

En este mismo sentido, el “*descubrimiento*” de las regularidades es el efecto más importante que logra el cambio entre ideas alternativas e interpretaciones científicas lo cual se logra a partir del análisis de los resultados que arroja el trabajo con el *applet* y que se consigue gracias al componente de simulación que hace evidentes los cambios una vez se varíen las condiciones de masa y volumen de los cuerpos y el fluido además de trabajar en condiciones ideales que evitan la distracción y el ruido conceptual al considerar solo las variables que interesan para el fenómeno en sí. Estos dos factores se asocian al éxito que pueda tener la experiencia con el escenario de aprendizaje en la exploración del fenómeno de flotabilidad.

En segundo lugar, es necesario realizar un acercamiento a los procedimientos mediante los cuales los estudiantes lograr formalizar su conocimiento a partir de encontrar regularidades. Así las cosas, del discurso en los ejercicios de debate se percibe que el primer acercamiento que se logra a través del ejercicio con el *applet* es que los estudiantes encuentren la regularidad entre la masa y el volumen comprendiendo que ésta es una constante para cada tipo de material bajo ciertas condiciones y que resulta en una propiedad básica de la materia con relación estrecha en el fenómeno de flotabilidad. Seguidamente, la consideración de las mismas características del fluido comprendiendo además que el líquido es materia y por lo tanto puede tener una masa asociada a un volumen y como resultado una densidad que en términos comparativos con la del cuerpo permite predecir si este flota o se hunde. De allí, que se logre una predicción posterior basada en las características de dichos objetos y no en la intuición o la experiencia previa lo cual hace la respuesta más argumentada y precisa.

4.2 Ventajas y riesgos del uso del *applet*

Como se ha visto el diseño de escenarios de aprendizaje con *applets* tiene muchas ganancias en la escuela básica en lo relacionado con el aprendizaje de conceptos de física, sin embargo son varias las dificultades a manera de riesgos que se han de paliar con distintas estrategias propias de cada entorno diseñado. En primer lugar, los ambientes generados por los *applets* son profundamente ideales, condición heredada de las ciencias pero que alejan de la realidad el fenómeno a estudiar, si bien en un experimento se busca controlar todas las variables salvo aquellas de las cuales se busca un resultado o comportamiento, en el *applet* estas están programadas como valores ya controlados por lo que el grado de conciencia de su existencia baja para los estudiantes y este ejercicio que en la realidad se ha de hacer puede generar la pérdida de interés o el no saber cómo proceder cuando se llevan estos ejercicios al laboratorio. De otro lado, el trabajo con *applets* puede verse afectado por el juego sin sentido al que puedan llegar algunos estudiantes que a un nivel muy superficial manipulan el simulador solo “*para ver que pasa*” y sorprenderse por unos minutos luego de lo cual se pierde interés, es por esta razón la importancia de la guía y el constante recordatorio de los procedimientos realizados y su justificación.

En cuanto a lo que refiere al *applet* utilizado en esta experiencia, permite variar una serie de valores dentro de un rango limitado, es decir puede variarse la masa del Icopor hasta un cierto valor igualmente el volumen, sin embargo estas no permiten variar las formas de los objetos y aún lo que es más definitivo no

tiene manera de escoger formas cotidianas. Un valor importante en cuanto a las herramientas que el simulador presenta es la oportunidad de interactuar con las fuerzas que se presentan en cada caso, que para el ejercicio en particular no se tuvieron en cuenta dados los objetivos del mismo, es posible apreciar el comportamiento de fuerzas como la gravedad, la normal y el empuje. Así mismo el sistema cuenta con una herramienta para medir el peso en unidades de Newtons que en otros contextos puede usarse o en este mismo en un nivel más avanzado de competencia.

5. A manera de conclusión

Una animación en flash o java como la que se presenta en este trabajo brinda herramientas para acercar a los estudiantes a un aprendizaje significativo de algunos conceptos fundamentales de la materia como lo son la masa, el volumen y la densidad. El usar herramientas de este tipo no solo reduce enormemente el tiempo y las variables externas que pueden entorpecer el trabajo sino que además se adapta muy bien a las condiciones de la institución ya que de lo contrario sería necesario contar con gran cantidad de instrumental de laboratorio como balanzas y probetas de distintos tamaños que siempre va a introducir márgenes de error que para en la enseñanza de las ciencias puede afectar el aprendizaje de los conceptos.

La investigación acerca del uso de simuladores a manera de *applets* en las aulas de ciencias está orientada a identificar los aspectos de diseño y programación que permitan a los estudiantes integrarlos en procesos de indagación a partir de preguntas y problemas de su cotidianidad. El significado que pueda adquirir el trabajo con estos instrumentos está relacionado estrechamente con los intereses de los estudiantes y de allí la importancia de la búsqueda de tales características como insumo para su diseño.

Referencias bibliográficas

- BOHIGAS, X., JAÉN, X., & NOVELL, M. (2003). Applets en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 463 - 472.
- BULLEJOS, J., & SAMPREDRO, C. (1990). Diferenciación de los conceptos de masa, volumen y densidad en alumnos de BUP, mediante estrategias de cambio conceptual metodológico. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 31 - 36.
- CADILE, M. S., & VERMOUTH, N. T. (2012). Los Applets y la Mediación Pedagógica en la Enseñanza del Equilibrio Químico. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 71 - 76.
- ESQUEMBRE, F., MARTÍN, E., WOLFGANG, C., & BELLONI, M. (2004). *Fislets : enseñanza de la física con material interactivo*. Madrid: Pearson educación.
- ROSADO, L., & HERREROS, J. R. (2009). International Conference on Multimedia and ICT in Education. *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física* (págs. 1 - 5). Lisboa: Formatex.
- TORRES, Á., & SOLER, V. (2003). Actes VII Jornades de la Curie. *Internet i applets per a la Física de 2n de Bat. en els inicis d'una experiència didàctica* (págs. 66 - 73). Valencia: IES Sixto Marco, Elx.