

# IDEAS PREVIAS, UN CONSTRUCTO INDISPENSABLE EN EL DISEÑO DE SITUACIONES DE AULA: UN EJEMPLO EN CIENCIAS

Ideas prior, a construct essential in the design of classroom situations:  
an example in science

Fecha de recepción: 17 de agosto de 2007  
Fecha de aprobación: 20 de octubre de 2007

Francisco Javier Camelo Bustos

fcamel01@yahoo.com

Sindy Julieth Rodríguez Sotelo

sindyjuliethr@yahoo.es

Sandra Nathaly Santiesteban

nathaly87es@yahoo.es

**Resumen:** Actualmente se da una creciente importancia a los conocimientos previos de los estudiantes cuando se proponen estrategias de enseñanza que se interesan por el aprendizaje, Carracosa, Pérez y Valdés (2006) señalan que diversas investigaciones han mostrado que las preconcepciones de los educandos conllevan a errores conceptuales en ciencias. Por ello, este trabajo se propone analizar las ideas previas en estudiantes de grado décimo del Colegio Federico García Lorca IED (Bogotá, Colombia) en torno a los sistemas no inerciales y las seudo fuerzas.

**Palabras clave:** ideas previas, preconcepciones, sistemas no inerciales y seudo fuerzas, situaciones de aula,

**Abstract:** Currently, there is growing emphasis on knowledge previous students when it proposes education strategies that are interested in learning, Carracosa, Perez y Valdez (2006) indicates that several investigations have show that preconceptions of learners lead to conceptual errors in sciences. Nevertheless, this work analyzes the prior ideas for tenth grade students of secondary in the Federico Garcia Lorca School (Bogotá, Colombia), around the non-inertial systems and pseudo forces.

**Key words:** Ideas prior, pre conceptions, not inercial systems and seudo forces, classroom situations.

<sup>1</sup> Magíster en Docencia de las matemáticas, profesor Colegio Federico García Lorca y Catedrático Universidad Pedagógica Nacional. fcamel01@yahoo.com

<sup>2</sup> Estudiantes Noveno Semestre de Licenciatura en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. sindyjuliethr@yahoo.es, nathaly87es@yahoo.es



### INTRODUCCIÓN

Para facilitar la lectura e interpretación de los planteamientos del trabajo, se ha dividido el documento en cuatro apartados. En el primero se presenta un marco teórico que enfatiza en la importancia de las preconcepciones durante el diseño de situaciones de aula; mientras en el segundo da cuenta de un breve contenido físico acerca de los sistemas no inerciales y las pseudo fuerzas; por su parte, en el tercero se discute unas situaciones a modo de actividades propuestas a estudiantes de grado décimo con el fin de identificar las ideas previas del contenido mencionado en el apartado anterior; por último, se muestra un análisis de las situaciones, dando lugar a posibles estrategias que permitirían cuestionar a los estudiantes sobre sus ideas en torno a los sistemas no inerciales.

### Las ideas previas en ciencias

Son diversas las investigaciones que indican que los estudiantes antes de llegar a una institución escolar, como lo menciona Llinás (1999), tienen ciertas concepciones de los fenómenos que observan a su alrededor, ya sean estas originadas por la experiencia y observaciones de la vida cotidiana, por la cultura misma de las sociedades, algunos libros de texto, los medios de comunicación, entre otros. La persona que aprende tendrá así ciertos "esquemas previos" que son los que utiliza para interpretar lo que se le ha enseñado, los cuales de alguna u otra forma interfieren en la comprensión de conceptos científicos. Es así, como las ideas previas, se entienden como lo que el alumno sabe antes de llegar a la escuela, que en ocasiones concuerda o no, con las ideas científicas aceptadas.

De esta manera, la persistencia de los errores conceptuales radica en buena medida, en el hecho de que el docente al aplicar un modelo de enseñanza, no tiene presente las ideas previas de los estudiantes. Pues comúnmente se piensa que los errores conceptuales deben ser eliminados, cuando lo ideal sería utilizarlos en el proceso de enseñanza aprendizaje [Ausubel, Novak y Hanesian, 1983], pues los conocimientos previos, según Llinás (1999), posibilitan:

- Considerar la capacidad de aprendizaje del estudiante.
- Determinar contenidos.
- Establecer un conflicto entre lo que el estudiante cree y el contenido físico aplicado.

### Características de las ideas previas

A continuación se mencionaran algunas características de las ideas previas señaladas por autores como Carracosa, Pérez y Valdés (2006) y Llinás (1999).

- Parecen dotados de cierta coherencia interna, esto se debe, a que son conocimientos personales que permiten dar explicaciones a ciertos fenómenos.
- Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades, un ejemplo, el concepto de calor; que la mayoría de estudiantes le otorga la característica de sustancia.
- Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron presentes a lo largo de la historia del pensamiento, así por ejemplo, al caracterizar al calor como sustancia, se puede situar en la teoría del calórico desarrollada hacia 1700.
- Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, esto se debe a que son basadas en el sentido común dándoles así cierta seguridad.

Así, se puede decir; que las ideas previas y preconcepciones tienen un vínculo íntimo con las experiencias cotidianas de los niños, niñas y jóvenes, tanto en sus experiencias físicas —el ejemplo de que los cuerpos pesados caen más rápido o que la corriente eléctrica se “gasta” en una bombilla (Saxena, 1992)— como sociales —a través del lenguaje, así el calor aparece como sustancia a través de expresiones como “tengo calor” o que el calor está contenido en los cuerpos y que este a su vez se puede “almacenar” como un fluido (Rogan, 1988)—. Así pues, las ideas previas son como “un almacén para consultas posteriores, una especie de filtro conceptual que permite a los estudiantes entender, de alguna manera, el mundo que les rodea” (Giordan, 1996, P. 10, citado por Campanario, 2002).

#### Identificar las ideas previas

Para conocer las ideas previas existen diversas técnicas (Linás, 1999), estas se deben desarrollar antes de comenzar una actividad de enseñanza y aprendizaje, entre ellas tenemos: i) Coloquios, que se llevan a cabo mediante discusiones sobre situaciones específicas; ii) Dibujos de algún tema determinado, para mirar así la libre expresión del estudiante; iii) Cuestionarios, iv) mapas conceptuales; entre otros.

En el desarrollo del presente trabajo, el método que se utilizó para detectar algunas ideas previas acerca de los sistemas no inerciales y pseudo fuerzas, fue mostrar a los estudiantes algunas situaciones para luego realizar una serie tanto de preguntas de selección múltiple, como de preguntas abiertas. Las ventajas que tiene este método es que se conocen las ideas personales de los estudiantes y consumen menos tiempo para su aplicación.

#### Contenido físico: sistemas no inerciales y pseudo fuerzas

Las leyes de Newton sólo son válidas para sistemas no inerciales. Cuando la aceleración de un objeto se mide en relación a un sistema de referencia que a su vez acelera respecto a un sistema inercial, la fuerza resultante no es igual al producto de la masa por su aceleración. En algunos casos un objeto puede estar en reposo en relación a un sistema no inercial a pesar de que sobre él actuó una fuerza no equilibrada. En otros casos, sobre el objeto no actúa fuerza alguna, pero se encuentra acelerado respecto al sistema. Sin embargo en sistemas de referencia acelerados podemos utilizar la ley de Newton  $F_{neta} = ma$  si introducimos fuerzas ficticias o pseudo fuerzas que dependan de la aceleración del sistema de referencia. Estas fuerzas no son ejercidas por un agente, son ficciones introducidas para que la relación  $F_{neta} = ma$  sea válida cuando la aceleración a se mide con relación a un sistema no inercial (Serway, 2000).

Las pseudo fuerzas son muy reales para quien las experimenta. Si imaginamos que viajamos en un autobús y que avanzamos por una curva hacia la izquierda, para un observador en tierra, el autobús experimenta una aceleración centrípeta y, por tanto, constituye un marco de referencia no inercial. Si el autobús tiene asientos lisos resbalaremos del asiento hacia la derecha. Para el observador en tierra es bastante natural, nuestro cuerpo está tratando simplemente de obedecer a la primera ley de Newton y se mueve en línea recta, es el autobús el que se desliza hacia la izquierda por debajo de nosotros. Desde el punto de vista del sistema no inercial del autobús, podemos atribuir el movimiento de deslizamiento a una pseudofuerza que hala de nosotros hacia la derecha. Este tipo de pseudofuerza se denomina fuerza centrífuga, o sea una fuerza que es dirigida hacia afuera desde adentro, tiene la misma magnitud de la fuerza centrípeta (como se muestra en la ecuación 1), pero dirección contraria.

$$F = \frac{mV^2}{r} \quad [1]$$

Otra pseudofuerza es la llamada fuerza de Coriolis, que es la fuerza aparente que hace que un objeto que se mueve sobre un radio de un disco en movimiento en dirección al eje





de giro, abandone dicho radio acelerándose con respecto al disco en la dirección del giro. El motivo es que al reducirse la distancia al eje, siendo constante la masa, debe aumentar la velocidad angular para cumplir con el principio de conservación del momento angular; de forma análoga a como aumenta la velocidad de giro de una patinadora cuando cierra los brazos. (Zemansky y Sears, 1977). La aceleración de Coriolis se define como

$$a = 2\omega V \sin\theta \quad (2)$$

Donde  $\omega$  es el vector de rotación,  $V$  la velocidad del objeto respecto al cuerpo que rota, y  $\theta$  el ángulo que forman  $\omega$  y  $V$ .

Tenemos así que la fuerza de Coriolis es perpendicular a la superficie definida por el eje de giro y el vector velocidad.

Para tener mas clara la definición de la fuerza de Coriolis, supongamos que hacemos rodar una pelota hacia adentro a velocidad constante siguiendo una línea radial pintada en el piso de una rueda giratoria. En el instante que se suelta en el radio  $r$ , tiene precisamente la velocidad tangencial correcta del movimiento circular. A medida que se mueve hacia dentro tomaría una velocidad tangencial más pequeña que mantenga su movimiento circular en la misma cantidad que su entorno inmediato. A causa de que no hay manera de que pierda velocidad tangencial [hay poca fricción entre la pelota y el piso] su trayectoria se desviaría de la línea pintada que presenta una velocidad rotacional uniforme. En un marco de referencia no inercial en giro nosotros sugeriríamos una seudofuerza lateral (fuerza de Coriolis) que hace que la pelota se desvíe poco a poco. Para un observador en tierra, marco de referencia inercial no existe fuerza de coriolis, la pelota se mueve en línea recta.

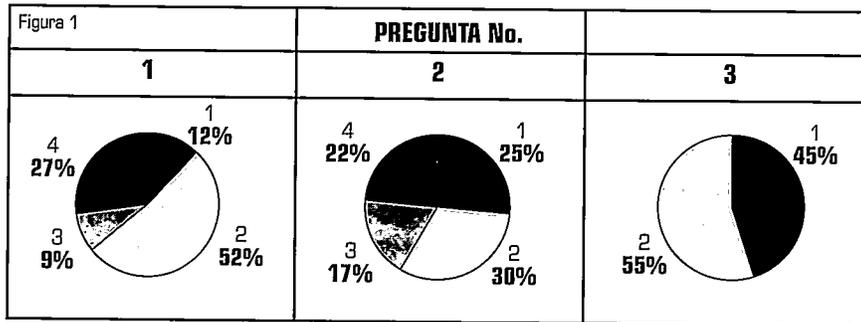
La manifestación más conocida y divulgada del efecto Coriolis es que los vientos o corrientes oceánicas que se desplazan siguiendo un meridiano se desvían acelerando en la dirección de giro (Este) si van hacia los polos o al contrario (Oeste) si van hacia el ecuador (en el Hemisferio Norte). Estas dos ideas de un mismo efecto se transforman en una sola cuando se dice que la desviación se produce hacia la derecha en el Hemisferio Norte. Por supuesto, la contrapartida para el Hemisferio Sur es que la desviación generada por el efecto de Coriolis se produce hacia la izquierda, es decir hacia el oeste cuando se da un desplazamiento hacia el ecuador; y hacia el este cuando se viaja hacia el sur.

### Análisis de las situaciones

Las situaciones propuestas a los estudiantes de décimo grado del Colegio Federico García Lorca (ver anexo 1) fueron aplicadas a un total de 33 jóvenes. A continuación se hará un análisis por pregunta de las respuestas dadas. Se plantea inicialmente analizar la situación de un bloque atado al pivote central de una plataforma circular giratoria mediante una cuerda, desde dos puntos de vista, para un observador fuera de la plataforma y para un observador en el interior de la misma.

### Pregunta número 1

El 52% de los estudiantes marco la opción b), considerando que para un observador fuera de la plataforma, la aceleración del bloque es hacia afuera debida a la tensión de la cuerda, esta concepción es incorrecta, ya que, cada punto de la plataforma se mueve en un círculo y por tanto posee una aceleración centrípeta, siendo así el bloque acelerado hacia el centro del círculo. Esta aceleración centrípeta viene suministrada por la fuerza no equilibrada debida a la tensión  $T$  de la cuerda. De acuerdo con lo anterior; la respuesta correcta sería la a) y tan sólo el 12% de los estudiantes, marcó esta opción (ver figura 1).



Para la respuesta d) tenemos que, el 27% de los estudiantes, optó por decir que el bloque no se acelera y, que por esta razón se introduce una fuerza que actúa hacia afuera y equilibra la fuerza de la cuerda. Analizando lo que se menciona en el párrafo anterior, se concluye que el grupo de estudiantes no acierta con la respuesta correcta, pues consideran que el bloque se queda inmóvil.

El 9% de los estudiantes, consideró que el bloque se quedaba inmóvil, esta afirmación resulta ser equivocada, ya que, si el bloque se encuentra en la plataforma y esta a su vez gira, como se dijo inicialmente todos los puntos sobre la plataforma se moverán describiendo un círculo.

### Pregunta número 2

El 36% de los estudiantes considera que la situación que observaría la persona que está sobre de la plataforma, es el bloque describiendo círculos con una aceleración hacia afuera debida a la tensión, esta afirmación es incorrecta en el sentido en que, para un observador en la plataforma el bloque está en reposo y no acelera; para usar la expresión  $F_{neta} = ma$ , este observador debe introducir una seudofuerza de magnitud  $\frac{mV^2}{r}$  que actúe radialmente hacia afuera, dicha fuerza se denomina fuerza centrífuga y parece real para un observador situado sobre la plataforma, si se desea que el bloque esté en reposo en la plataforma debe ejercerse sobre él una fuerza hacia adentro de esta magnitud que equilibre la fuerza centrífuga hacia afuera; de esta forma la respuesta correcta sería la d), sólo el 22% del grupo marcó esta opción (ver figura 1).

Se descartan las respuestas a) y b) pues mencionan que el bloque (según observador 2) se encuentra acelerado, ya sea hacia afuera o hacia adentro, y como se describió anteriormente el bloque está en reposo.

La respuesta c) aunque menciona que el bloque queda inmóvil, es errónea pues éste no se queda en reposo sólo por la fuerza de la cuerda, se debe tener en cuenta la fuerza centrífuga hacia afuera.

### Pregunta número 3

El 55% de los estudiantes marcó la respuesta b) considerando, que el diagrama de fuerzas que dibujarían los observadores 1 y 2, es diferente, esto es cierto ya que tenemos dos marcos de referencia uno inercial y otro no inercial, siendo los análisis de estos dos personajes diferentes. Por otro lado el 45% considera que la respuesta correcta es la a) y que por tanto los diagramas de cuerpo libre serían iguales. De las respuestas dadas en las preguntas 1,2 y 3, podemos decir que gran parte los estudiantes (el 45%), consideran que el análisis realizado por los observadores uno y dos, es el mismo, no habría distinción entre sistema inercial y no inercial.

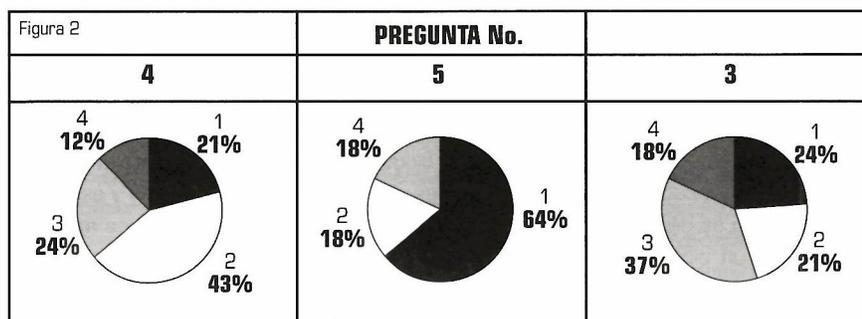


## Ideas previas, un constructo indispensable en el diseño de situaciones de aula: un ejemplo en ciencias

### Pregunta número 4

El 43% de las personas evaluadas, considera que el diagrama de cuerpo libre dibujado por el observador 1, es una tensión y una fuerza (que no se especifica en el diagrama) que actúa en el bloque hacia afuera de la plataforma. En esta parte, se considera que la mayoría de los estudiantes que respondieron la opción b) de la pregunta uno, tiene necesariamente en primera medida, la concepción de la existencia de una fuerza que actúa hacia afuera halando el bloque, por esta razón marcaron esta opción, sin embargo, no es la correcta, pues como se explicó en la pregunta No 1, las únicas fuerzas que actuarían sería, la tensión, la normal y el peso, así la respuesta correcta es la d).

Los diagramas c) y a) son inconsistentes, en el primero hace falta el peso, y en el segundo la tensión se dirige hacia afuera.



### Pregunta número 5

Como era de esperarse para esta pregunta, el 64% de los estudiantes marcó la respuesta a), este resultado era predecible no porque fuera el correcto, sino porque en la pregunta 1, la mayoría concluyó que hay una aceleración hacia afuera. Según el análisis realizado para las preguntas uno y dos, la respuesta correcta es la b), quedando descartada igualmente la c) escogida por el 18% del estudiantado.

### Pregunta número 6

El 24% marca la respuesta a) que es la correcta según análisis realizado para la pregunta No 2, quedando así descartadas las respuestas b), c) y d). El 37% de los estudiantes, considera que el diagrama de cuerpo libre para un observador dentro de la plataforma tiene una fuerza de tensión dirigida hacia afuera, la normal y el peso.

En algunas pruebas notamos contradicción ya que algunos consideran que el análisis físico en los dos sistemas, tanto inercial como no inercial, son los mismos, sin embargo, los diagramas de fuerzas marcados son diferentes.

### Pregunta número 7

Se ha realizado un análisis deductivo de las preguntas 7 y 8, encontrando que para la primera, los estudiantes consideran que el fenómeno de las mareas se debe a 8 causas a saber: 1. viento y aire; 2. Frío y calor; 3. Luna; 4. Fuerza de atracción de la luna; 5. Movimiento de animales; 6. Fuerza del mar; 7. No contesta y; 8. Se debe a algo natural. A continuación se da una breve explicación de la formación de las mareas.

La Marea es el cambio periódico del nivel del mar, producido principalmente por las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el sol. La explicación completa del mecanismo de las mareas, con todas las periodicidades, es extremadamente larga y

8.

complicada. Así que se comenzará empleando todas las simplificaciones posibles. Se considerara que la Tierra es una esfera sin continentes rodeada por una hidrosfera y que gira alrededor del sol en una trayectoria circular sin girar sobre su eje. Por ahora no se tendría en cuenta la Luna (el razonamiento es prácticamente el mismo). Cuando un astro está en órbita alrededor de otro, la fuerza de atracción gravitacional entre los dos viene dada por la ley de gravitación de Newton, esta fuerza de atracción es la fuerza centrípeta que hace que el astro describa un círculo:

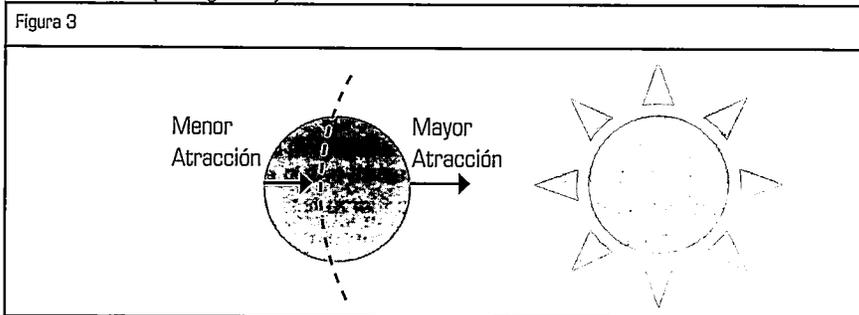
$$F_c = M_2 \omega^2 R_1$$

$$F_c = M \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

Donde  $M_2$  es la masa del astro;  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  es la velocidad angular del astro y su período orbital  $T$ ;  $R_1$  es la distancia entre el centro de masas del astro y el centro de rotación, que coincide con el centro de masas de los dos astros.

El valor de la aceleración de gravedad debida al sol es exactamente el que corresponde a una órbita con la velocidad angular  $\omega$  y con el centro de masas terrestre a una distancia del sol. Todas las partes de la Tierra tienen la misma velocidad angular alrededor del sol, pero no están a la misma distancia. Las que están más lejos que el centro de masas, experimentarán una aceleración de gravedad menor que la necesaria y, las que están a una distancia inferior sentirán una aceleración mayor que la necesaria.

Así, existe un pequeño desequilibrio de fuerzas que ocasiona que el agua de los océanos situada en el lado opuesto al sol sienta una fuerza que la empuja hacia el exterior de la órbita, mientras que el agua situada en el lado orientado hacia el sol siente una fuerza que la empuja hacia dicho astro. La consecuencia, es que la esfera de agua que recubre a la Tierra se alarga ligeramente y se transforma en un elipsoide de revolución cuyo eje mayor está dirigido hacia el sol. Se vería que este alargamiento relativo es muy pequeño: del orden de uno entre diez millones, teniendo así el fenómeno de las mareas (ver figura 3).



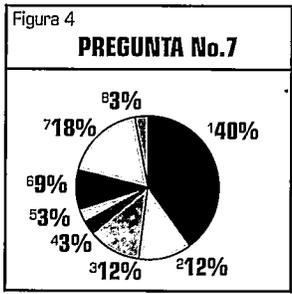
Otros fenómenos pueden producir variaciones del nivel del mar, como los vientos, las lluvias, el desborde de ríos y los tsunamis pero no pueden ser calificados de mareas.

Teniendo en cuenta la explicación y al observar la tabla de frecuencia para la pregunta 7 (ver figura 4), se puede inferir, que la concepción más notable, de un 40% de los estudiantes, atribuye el fenómeno de las mareas a los vientos y al aire, éstos últimos producen variaciones en el nivel del mar pero no son catalogados propiamente como los causantes de las mareas; le sigue un 12% que atribuye dicho fenómeno al frío y al calor, en realidad este factor no afecta en nada a la creación de las mareas según lo que se ilustró anteriormente, sin embargo, es la segunda concepción estimada por los estudiantes. Algunos estudiantes llegan a mencionar que la luna es la causante de las mareas, sin establecer relaciones explícitas de ningún tipo, sólo una persona contesta que las mareas se deben a la fuerza de atracción entre la tierra y la luna.





El 9% de los estudiantes tienen ideas que relacionan una "fuerza de mar como la causante del fenómeno de las mareas, es claro, que esta razón deja una cierta idea de que el mar tiene vida propia ya que no se sabe de donde proviene dicha fuerza. Otra respuesta muy ingeniosa (del 3% de los estudiantes) es el hecho de considerar que por el movimiento de los animales se producen cambios en el nivel del mar; así al tener marea baja los animales estarían moviéndose menos que cuando la marea está alta, como si ellos tuviesen un reloj biológico que les permitiera realizar estos cambios en los movimientos cada vez que se requiera. Es importante que al diseñar situaciones de aula, se consideren todas las preconcepciones antes descritas, así el estudiante podría cuestionarse sobre lo que cree.



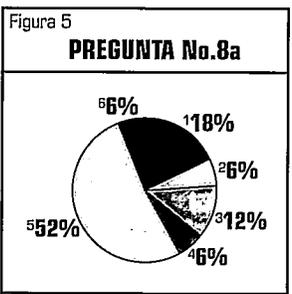
**Pregunta número 8**

Para la pregunta No 8, se solicita justificar el porqué cuando un bus gira hacia la derecha todos los pasajeros se desplazan a la izquierda, a) para un pasajero en el interior del bus, y b) para una persona fuera del bus.

Parte a)

Los estudiantes consideraron seis justificaciones a estudiar: 1. Por el peso de las personas; 2. Por el tamaño y la fuerza del bus; 3. Por la inclinación del bus y el equilibrio; 4. Por la Gravedad; 5. No contesta o repite el enunciado; 6. Por las curvas cerradas y velocidad que lleva el bus.

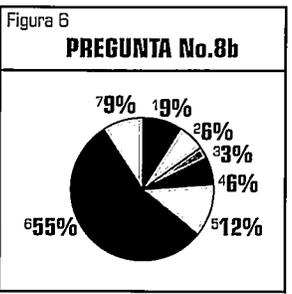
Si se mira detenidamente la tabla de frecuencia para la pregunta 8a, se ve como el mayor porcentaje de estudiantes (sin tener en cuenta las personas que no contestaron a esta pregunta) atribuyen dicho fenómeno, al peso que ejercen las personas hacia un lado, afirmación que no es acertada, ya que, como se explicó en el segundo apartado de este artículo, para un pasajero que se encuentra en el interior del bus, existe una fuerza que lo empuja hacia afuera y hace que se desplace hacia la izquierda, esta, es una fuerza ficticia que recibe el nombre de centrífuga y explica lo que está ocurriendo en el marco de referencia acelerado.



Parte b)

Los estudiantes consideraron seis justificaciones: 1. Por el peso y la fuerza de atracción; 2. Por las curvas cerradas y velocidad que lleva el bus; 3. Por la gravedad; 4. Inclinación del bus; 5. Ninguna, por estar fuera del bus; 6. No contesto o repitió enunciado; 7. Por los amortiguadores y por que las personas se golpean.

Si se comparan las justificaciones que se dieron para la pregunta 8a y 8b, algunas coinciden, esto se debe a que algunos estudiantes consideran que la situación es la misma tanto para el observador que está afuera como el que se encuentra en el interior; esta idea se presentó para las preguntas 1, 2 y 3, aquí nuevamente los estudiantes hacen un mismo análisis para un sistema inercial y no inercial.



Al revisar la tabla de frecuencia para la pregunta 8b (ver figura 6), se observa como la mayoría de estudiantes, para ser más exactos un 12% (sin incluir el porcentaje que no contestó la pregunta), comenta que un observador fuera del bus no justificaría el hecho de un desplazamiento a la izquierda cuando el bus vira hacia la derecha, ya que, éste no se mueve y por no estar en el interior del bus no siente lo que está ocurriendo. Aquí se puede mencionar que los estudiantes considerarían que un fenómeno físico llega a ser explicado sólo por un marco de referencia, en este caso uno no inercial. Es necesario que el alumno empiece a cuestionarse y considere que sí se pueden analizar fenómenos físicos desde marcos de referencias diferentes, inerciales y no inerciales. Por otro lado, el 9% de los estudiantes considera que el desplazamiento hacia la izquierda se debe al peso de las personas que están en el interior del bus, cuestión que no es cierta como se comentará posteriormente.

La explicación para el hecho de un desplazamiento a la izquierda, cuando un carro o bus gira hacia la derecha es diferente para una persona que ve la situación desde un marco de referencia inercial, es decir, para una persona que se encuentra fuera del bus, el fenómeno se justificaría como sigue. Antes de que el auto entre a la curva, el pasajero se mueve en una trayectoria en línea recta. Conforme el bus recorre una trayectoria curva, el pasajero tiende a moverse a lo largo de la trayectoria original en línea recta. Esto concuerda con la primera ley de Newton: la tendencia natural de un cuerpo es continuar moviéndose en una línea recta. Sin embargo una fuerza central es lo suficientemente grande (hacia el centro de la curvatura) que actúa sobre el pasajero, haciendo que éste se mueva en una trayectoria curva.

Se debe tener cuidado en distinguir fuerzas reales de ficticias al describir el movimiento en un marco de referencia acelerado, ya que, para un pasajero en el interior del bus existe una fuerza hacia afuera que explica por que es lanzado hacia la izquierda, mientras que para un observador estacionario no existe tal fuerza, la única fuerza que externa que existe es la fuerza centrípeta (hacia adentro) debida a la fricción.

En síntesis las preconcepciones que más se denotan por parte de los estudiantes luego de analizar cada situación, son:

- La idea de que no hay diferencias entre sistemas inerciales y no inerciales.
- Las situaciones físicas se analizan sólo desde un marco de referencia.
- El mayor número de estudiantes considera que las mareas se producen por los vientos y el aire.
- No hay diferencia entre fuerza centrífuga y fuerza centrípeta.

#### Conclusiones

- Se debe reflexionar sobre el hecho de que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos, y que se deben generar situaciones de aula que permitan que el estudiante se pregunte y se cuestione sobre los conocimientos que el ya trae.
- En muchas ocasiones los estudiantes conservan ideas que no se integran a lo ya conocido, provocando que no se genere ningún tipo de modificación o cuestionamiento crítico sobre lo que él cree. Es indispensable diseñar actividades que permitan poner de manifiesto (directa o indirectamente) las posibles concepciones alternativas de los alumnos acerca de los temas ya estudiados.
- Los docentes deben buscar referencias que lleven a analizar críticamente lo que dice el sentido común o la experiencia cotidiana acerca de los conceptos implicados en clase.
- Es necesario desarrollar observaciones que llamen la atención sobre las





ideas que históricamente han supuesto una barrera a la construcción de los conocimientos [y que podrían constituir también una barrera para el aprendizaje de los alumnos] en algún tema determinado, ya que, como se mencionó algunas ideas previas presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron presentes a lo largo de la historia del pensamiento.

- Según los resultados encontrados acerca de las ideas previas que tienen estudiantes de grado Décimo del Colegio Federico García Lorca, se hace necesario que las actividades que se propongan en el aula para la enseñanza de sistemas no inerciales y pseudo fuerzas, deban definir claramente junto con los estudiantes i) características de los sistemas inerciales y no inerciales; ii) que los hace diferentes y; iii) porqué los análisis de fenómenos físicos cambian dependiendo el sistema.

### REFERENCIAS

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, Editorial Trillas: México.

Carracosa, J. Pérez, D. y Valdés, P. (2006). ¿Cómo hacer posible el aprendizaje significativo de conceptos y teorías? Fecha de consulta 30 de abril de 2007. Disponible en la página web: <http://www.campusoei.org/decada/promocion08.pdf>.

Campanario, J. (2002) *La enseñanza de las ciencias en preguntas y respuestas*. Disponible en la página web: <http://www2.uah.es/jmc/webens/portada.html>

Kleppner, D. y Kolenkow, R. (1973). *An introduction to mechanics*. Capítulo 8.

Llinás, J. (1999) *Enseñanza de la óptica desde una perspectiva constructivista*. Monografía de grado. Capítulo 1. Pp 56-74.

Rogan, J. (1988) *Development of a conceptual framework of heat*. *Science Education*, 72, 103-113.

Saxena, A. (1992) *An attempt to remove misconceptions related to electricity*. *International Journal of Science Education*, 14, 157-162.

Serway, R. (2000). *Física para ciencias e ingeniería*. Mc Grawhill.

Zemansky, M; Sears, F. (1977). *Física*. Adisón-Wesley. Madrid, España.