



PROMOVIENDO EL INTERÉS POR LA CIENCIA EN LOS JÓVENES



Susana A. Alaniz Álvarez

Centro de Geociencias
Universidad Nacional Autónoma de México





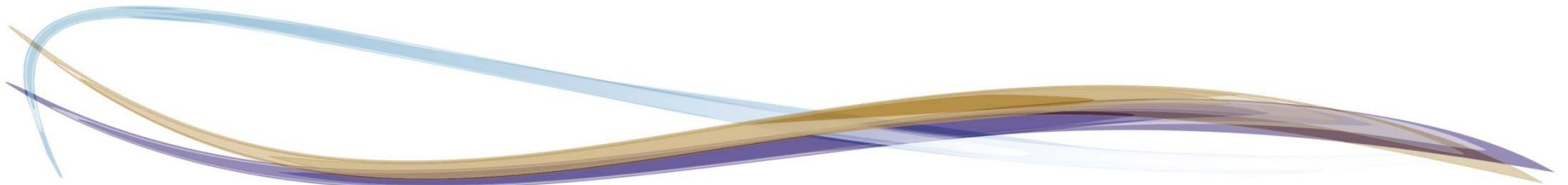
CADENA POR LA CIENCIA

Taller para promover el interés por la ciencia.
Resultados en las escuelas primarias del estado de
Querétaro, México



PODER EJECUTIVO
DEL ESTADO DE
QUERÉTARO

SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN
USEBEQ





PARTICIPANTES

Coordinadores de la serie:

Susana Alaniz
Ángel Nieto Samaniego
Manuel Lozano Leyva

Autores:

Susana Alaniz
Ángel Nieto Samaniego
Mariano Cerca
Miguel de Icaza
Bernardino Barrientos
Juan Martín Gómez
Dora Carreón Freyre

Ilustradores:

Luis David Morán, Luis Adán Martínez
Jimenez, Jesús Silva, Elisa López, Claudia
Cuadra.

Instructores de los talleres:

Juan Martín Gómez, Bernardino Barrientos, Carolina
Muñoz, Jesús Silva, Isidro Loza, Daniel García, Paola
Botero, Susana Alaniz.

USEBEQ

Prfra. Irma Pérez, Marisa Briseño, María de los Angeles,
14 jefes de sector.

Revisores

Dres.

Manuel Lozano, Susana Orozco, Gerardo Carmona,
Rosalba Fuentes, Teresa Orozco, Marina Manea,
Vlad Manea, Fernando García, Graciela Raga,
Juan Ramón Hernández, Gilles Levresse, Jorge García
Márquez, Efraín Mejía Beltrán, Bernardo Mendoza Santoyo,
Susana Alaniz, Ángel Nieto, Rafael Alberto Méndez
Sánchez, Gil Bor, Carlos Mendoza.

Sres.

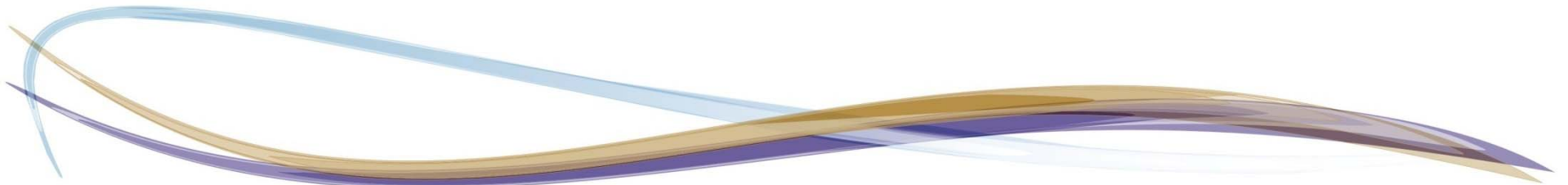
Evangelina Rice, Adriana Mayers, Ofelia Teja,
Matías Santiago, Juan José Martínez, Yuria Cruz.



OBJETIVOS DEL TALLER

Cadena por la Ciencia

- Que los niños piensen que la ciencia puede ser divertida,
- Impulsar los experimentos de Galileo, Newton y Arquímedes a nivel primaria,
- Promover la aplicación en la vida cotidiana de principios físicos resultado de los experimentos,
- Explicar fenómenos naturales con estos principios.





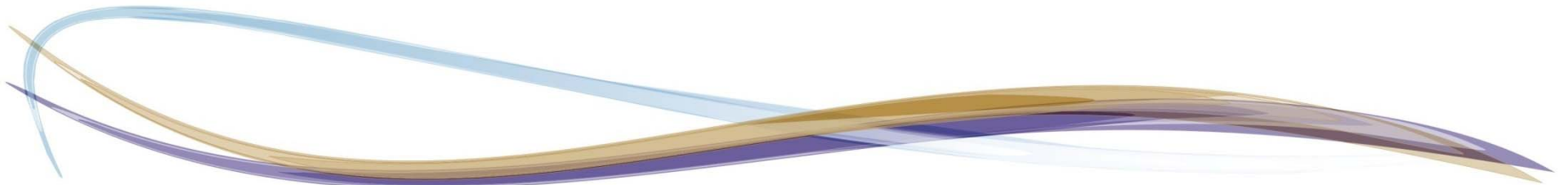
METODOLOGÍA

- Selección de sujetos
- Preprueba
- Taller-entrenamiento
- Posprueba
- Análisis de resultados



SUJETOS

- **22,542** estudiantes de primaria de escuelas públicas del estado de Querétaro, desde 1o a 6o grado.
- **450** maestros de primaria de escuelas públicas del Edo. de Querétaro.





PREPRUEBA

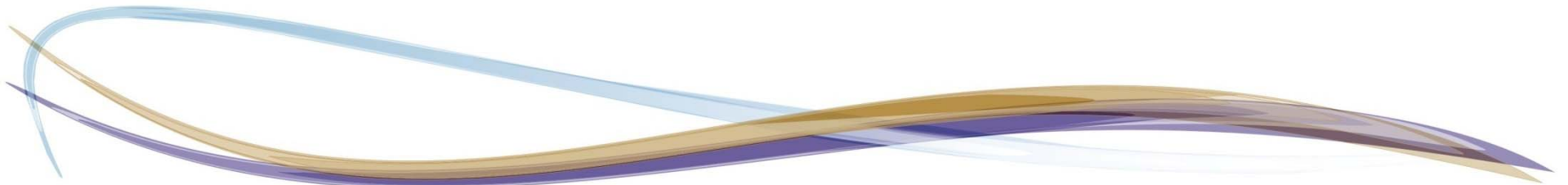
Consiste en contestar un cuestionario.

Características del cuestionario:

Preguntas cortas sobre aplicaciones de principios físicos a la vida cotidiana.

Lenguaje sencillo.

Alternar preguntas de conocimientos previos con preguntas de intuición, la mayoría de las respuestas puede ser obtenida de los experimentos.





CUESTIONARIO 1



Último año cursado-----

Edad-----

Escuela-----

Libro 1. La presión atmosférica y la caída de los cuerpos

¿Hiciste los experimentos de este libro?

- si
- no

1. ¿En dónde pesas más?

- La Tierra
- Luna
- Júpiter

Cuando el aire se calienta se:

- Contrae (reduce su volumen)
- Expande (aumenta su volumen)
- No sé

A medida que inflas un globo, el aire dentro está:

- A mayor presión que el de afuera
- A menor presión que el de afuera
- No sé

Si un pájaro volando se quedara sin alas ¿qué pasa?

- Planea con la panza
- No pasa nada
- Se cae en picada

Si un águila y un canario se quedan en medio vuelo sin alas ¿cuál cae primero?

- El canario
- El más pesado
- Caen a la misma velocidad



CUESTIONARIO 2



Libro 2. La luz y los colores

¿Hiciste los experimentos de este libro?

- sí
- no

La luz blanca:

- Contiene el color blanco
- Contiene todos los colores
- No contiene colores

La razón por la que los objetos parece que se quiebran en un vaso con agua es:

- La luz se desvía al pasar del aire al agua
- Los objetos absorben el agua
- Es una ilusión óptica

El arco iris se puede ver:

- Cuando el sol está a tu espalda y llueve
- Con el sol de frente
- Siempre que hay sol y lluvia

Hay cielo azul en:

- La Tierra
- En la Tierra y en la Luna
- En todo el espacio

¿Conoces el disco de colores de Newton?

- Sí
- No

a)	la luz se refleja en	()	el cielo.
b)	la luz se desvía en	()	un espejo
c)	la luz se esparce en	()	agua



CUESTIONARIO 3



Libro 3 ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan

¿Hiciste los experimentos de este libro?

- sí
- no

¿Es lo mismo peso que densidad?

- Sí
- No
- No sé

¿Cuál material es el más denso?

- Agua
- Aceite
- Miel

¿Cuánto pesa el aire?

- Nada
- La mitad que el agua
- Mil veces menos que el agua

Señala cuáles procesos están involucrados en una vela prendida

- Combustión
- Evaporación
- Fusión
- Convección
- Radiación

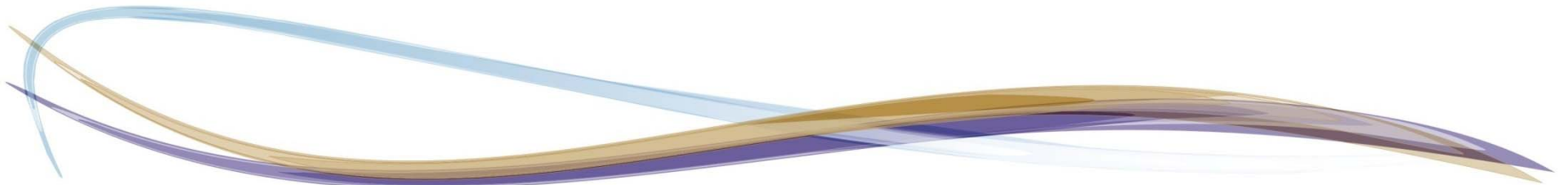
Si bajo el agua ponemos en una balanza un kilo de fierro y un kilo de *madera* ¿hacia dónde se inclina?

- Hacia la madera
- Hacia el fierro
- Se mantiene nivelada



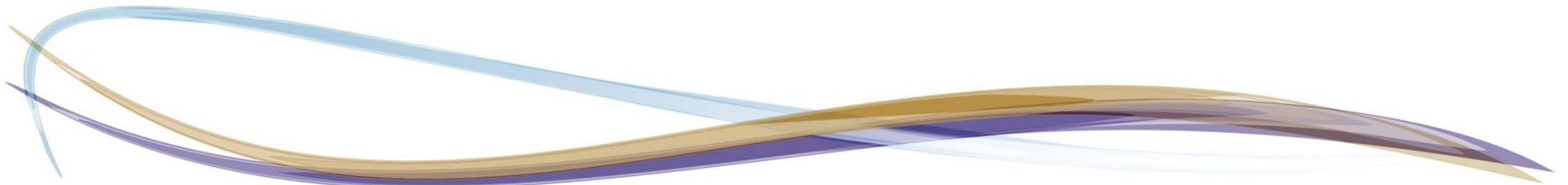
INSTRUCCIONES DEL TALLER

1. Se recomienda tomar un día completo para hacer los experimentos de cada libro.
2. Todos los documentos para este taller pueden ser descargados de la página web:
<http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/experimentos.html>
3. Los niños deberán llevar el día de trabajo los **materiales de experimentación**.
4. La experiencia es individual, por lo que cada niño deberá hacer sus propios experimentos.
5. Cada libro puede descargarse en formato PDF para poder ser proyectado en el salón de clase.



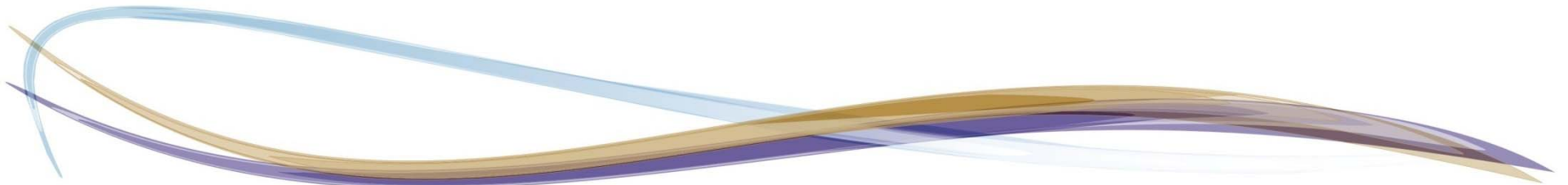


6. Se recomienda hacer los experimentos siguiendo las instrucciones de la pantalla y leyendo la explicación de cada experimento.
7. Los alumnos deberán contestar el cuestionario antes y después de hacer los experimentos.
8. Después de hacer los experimentos, el profesor discutirá en grupo el cuestionario siguiendo la Guía de Respuestas .
9. Cada profesor deberá responder una **encuesta (Resultados por Grupo)** correspondiente al Libro1 , Libro2 , Libro3 antes y después de hacer los experimentos.
10. Para darle seguimiento a este Taller solicitamos a los profesores que nos envíen sus Resultados por Grupo a experimentitos@geociencias.unam.mx. Cualquier duda acerca del Taller también podrá ser atendida en este mismo correo.





CONTENIDO DE LOS LIBROS



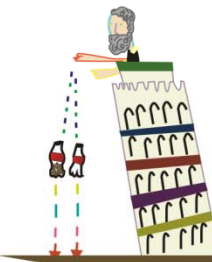
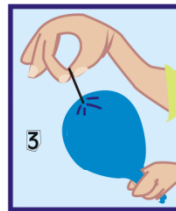
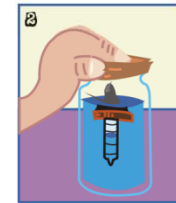
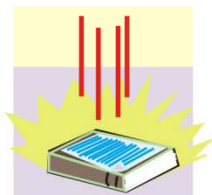


1. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y LA CAÍDA DE LOS CUERPOS



1564-1642

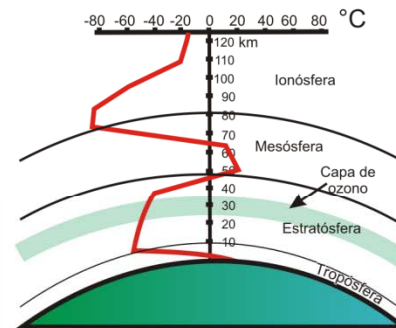
Conceptos:
 Ley de gravedad
 Ley de Charles y Gay Lussac
 Ley de Boyle
 Principio de Pascal
 Principio de Arquímedes



Aplicaciones en la vida cotidiana:
 Buceo, globos aerostáticos, gato hidráulico, biberones, etc.

En la Naturaleza:

Atmósfera: Presión y temperatura, vientos



Altura (m)		Presión (atmósferas)	Presión (milibares)
0	Nivel del mar	1	1013
1000			898.6
2000	Cd. de México	.78	794.8
3000	La Paz, Bolivia	.70	700.9
4000		.61	616.2
5000	Cima del Popocatepetl	.53	540
10000	Altura del vuelo de los aviones trasatlánticos	.26	264.1
15000		.12	120.3



2 La luz y los colores

Teléfono: Bernardino Barrientos García
Dibujación: Luis Alán Martínez Jiménez

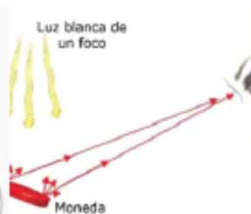
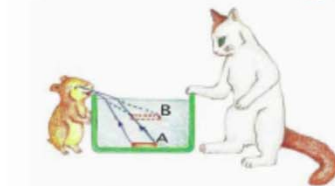
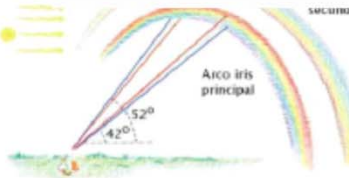
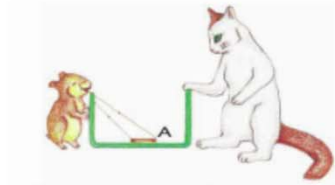
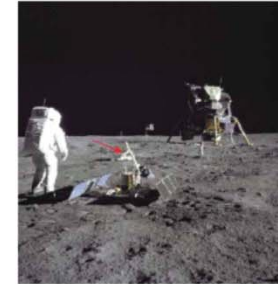
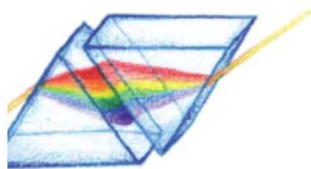
2. LA LUZ Y LOS COLORES



(1643-1727)

Conceptos:
Difracción, dispersión, reflexión,
refracción y polarización

Aplicación a la vida diaria:
Por qué vemos a colores
Colores en la Naturaleza





3. ¡EUREKA! LOS CONTINENTES Y LOS OCÉANOS FLOTAN



287-212 b.C.

inflado se ir aument presión, logre venc. Por eso la densidad es mayor que la i. Como ves, aunque material está puede aumentar con la pr aumenta la cantit men. Con la temp temperatura las i materia por unió incompresibles, con el cambio los soldos eliminan estructu cuerpo ejemplo ambos c

“¿QUÉ PESA MÁS?”
¿un kilo de oro o un kilo de plata?
y ¿bajo el agua?

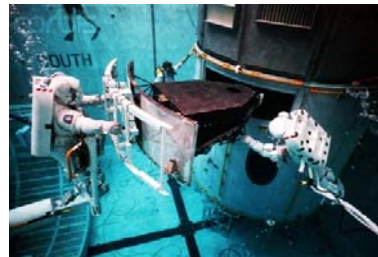
MATERIALES
Un gancho
Hilo

Conceptos:

Peso, masa
y densidad
Viscosidad
Flotabilidad

Transmisión
del calor:
por convección,
radiación y
conducción

Leyes de los
gases
Principio de
Arquímedes



Aplicaciones en
la vida diaria:
Cocina alberca,
fuego, viajes.

Capa terrestre	Densidad kg/litro
Alas a nivel mar	~1.0
Agua marina superficial	~1.0
Agua marina profunda	~1.0
Corteza continental	~2.7
Corteza oceánica	~2.9
Manto superior	~4.4
Manto inferior	~5.0
Núcleo externo	~11.0
Núcleo interno	~13.0

Flotabilidad en la Naturaleza:
Erupción magmática
Volcanes
Temperatura interna de la Tierra
Tectónica de placas
Isostasia

1_Corteza Oceánica
2_Litósfera
3_Astenósfera
4_Corteza Continental
5_Zona de generación de magma
6_Placa de Cocos
7_Placa Norteamericana
8_Zona de generación de corteza oceánica

a_Golfo de México
b_Sierra Madre Oriental
c_Faja Volcánica Transmexicana
d_Sierra Madre del Sur
e_Océano Pacífico



CAPTURA DE LOS DATOS

ENCUESTA LIBRO 1



RESULTADOS por Grupo

Libro1. La presión atmosférica y la caída de los cuerpos
Concentrado de las RESPUESTAS por Grupo

Escuela _____, Año escolar _____

Grupo _____, Número de alumnos _____

	Antes de hacer los experimentos	Después de hacer los experimentos
	Número de niños que contestaron esta respuesta	Número de niños que contestaron esta respuesta
¿En dónde pesas más?		
<input type="checkbox"/> La Tierra		
<input type="checkbox"/> Luna		
<input type="checkbox"/> Júpiter		
Cuando el aire se calienta se:		
<input type="checkbox"/> Contrae (reduce su volumen)		
<input type="checkbox"/> Expande (aumenta su volumen)		
<input type="checkbox"/> No sé		
A medida que inflas un globo, el aire dentro está:		
<input type="checkbox"/> A mayor presión que el de afuera		
<input type="checkbox"/> A menor presión que el de afuera		
<input type="checkbox"/> No sé		
Si un pájaro volando se quedara sin alas ¿qué pasa?		
<input type="checkbox"/> Planea con la panza		
<input type="checkbox"/> Se cae en picada		
<input type="checkbox"/> No pasa nada		
Si un águila y un canario se quedan en medio vuelo sin alas ¿cuál cae primero?		
<input type="checkbox"/> El canario		
<input type="checkbox"/> El águila		
<input type="checkbox"/> Caen a la misma velocidad.		



• ENCUESTA LIBRO 2

RESULTADOS por Grupo Libro 2. La luz y los colores

Escuela _____, Año escolar _____

Grupo _____, Número de estudiantes _____

	Antes de hacer los experimentos	Después de hacer los experimentos
	Número de niños que contestaron esta respuesta	Número de niños que contestaron esta respuesta
La luz blanca:		
<input type="checkbox"/> Contiene el color blanco		
<input type="checkbox"/> Contiene todos los colores		
<input type="checkbox"/> No contiene colores		
La razón por la que los objetos parece que se quiebran en un vaso con agua es:		
<input type="checkbox"/> La luz se desvía al pasar del aire al agua		
<input type="checkbox"/> Los objetos absorben el agua		
<input type="checkbox"/> Es una ilusión óptica		
El arco iris se puede ver:		
<input type="checkbox"/> Cuando el sol está a tu espalda y llueve		
<input type="checkbox"/> Con el sol de frente		
<input type="checkbox"/> Siempre que hay sol y lluvia		
Hay ciclo azul en:		
<input type="checkbox"/> La Tierra		
<input type="checkbox"/> En la Tierra y en la Luna		
<input type="checkbox"/> En todo el espacio		
¿Conoces el disco de colores de Newton?		
<input type="checkbox"/> Si		
<input type="checkbox"/> No		
<input type="checkbox"/> la luz se refleja en		
La luz se refleja mejor en		
<input type="checkbox"/> el cielo		
<input type="checkbox"/> un espejo		
<input type="checkbox"/> el agua		

La luz se desvía mejor en		
<input type="checkbox"/> el cielo		
<input type="checkbox"/> un espejo		
<input type="checkbox"/> el agua		
La luz se esparce mejor en		
<input type="checkbox"/> el cielo		
<input type="checkbox"/> un espejo		
<input type="checkbox"/> el agua		





ENCUESTA LIBRO 3

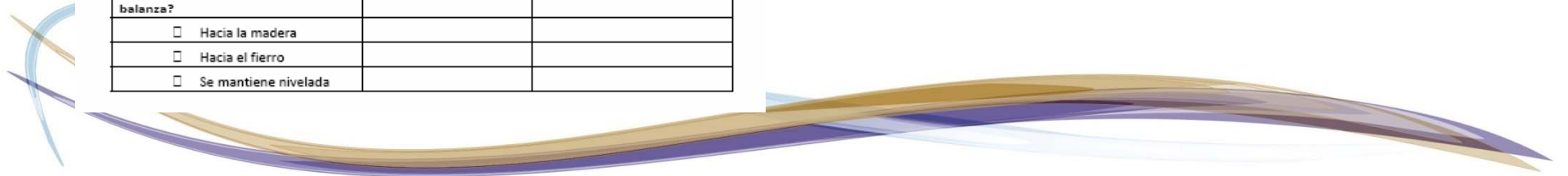
RESULTADOS por Grupo

Libro 3 ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan

Escuela _____, Año escolar _____

Grupo _____, Número de estudiantes _____

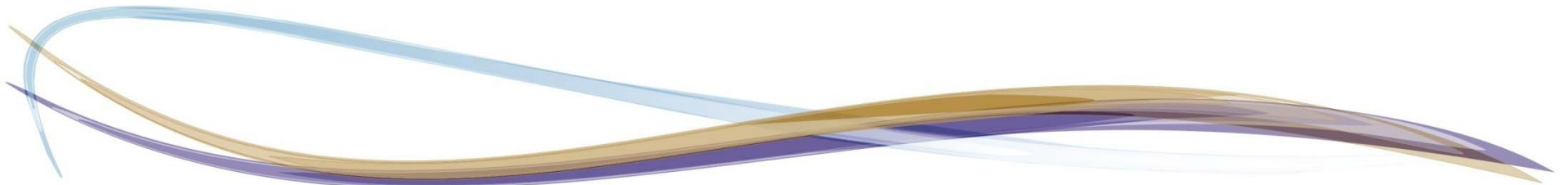
	Antes de hacer los experimentos	Después de hacer los experimentos
	Número de niños que contestaron esta respuesta	Número de niños que contestaron esta respuesta
¿Es lo mismo peso que densidad?		
<input type="checkbox"/> Sí		
<input type="checkbox"/> No		
<input type="checkbox"/> No sé		
¿Cuál material es el más denso?		
<input type="checkbox"/> Agua		
<input type="checkbox"/> Aceite		
<input type="checkbox"/> Miel		
¿Cuánto pesa el aire?		
<input type="checkbox"/> Nada		
<input type="checkbox"/> La mitad que el agua		
<input type="checkbox"/> Mil veces menos que el agua		
Señala cuáles procesos están involucrados en una vela prendida		
<input type="checkbox"/> Combustión		
<input type="checkbox"/> Evaporación		
<input type="checkbox"/> Fusión		
<input type="checkbox"/> Convección		
<input type="checkbox"/> Radiación		
Si bajo el agua ponemos en una balanza un kilo de fierro y un kilo de <i>madera</i> ¿hacia dónde se inclina la balanza?		
<input type="checkbox"/> Hacia la madera		
<input type="checkbox"/> Hacia el fierro		
<input type="checkbox"/> Se mantiene nivelada		





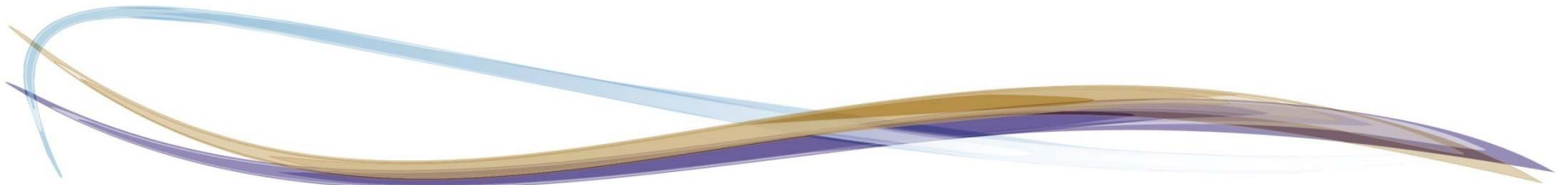
CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Se capturaron únicamente las encuestas llenadas correctamente.
- Las respuestas “antes de hacer los experimentos” se consideran **Preprueba** y las respuestas “después de hacer los experimentos” la **Posprueba**.
- Se capturaron las respuestas de antes de hacer los experimentos (Preprueba), aunque no hubieran llenado la segunda parte.





RESULTADOS DEL TALLER ESTUDIANTES DE PRIMARIA DEL ESTADO DE QUERÉTARO





ACADÉMICOS Y ESTUDIANTES DEL CENTRO DE GEOCIENCIAS IMPARTIERON EL TALLER A 450 MAESTROS DE PRIMARIA DEL ESTADO DE QUERÉTARO, ELLOS POSTERIORMENTE LO IMPLEMENTARON EN SUS ESCUELAS A NIÑOS DE 1° A 6°

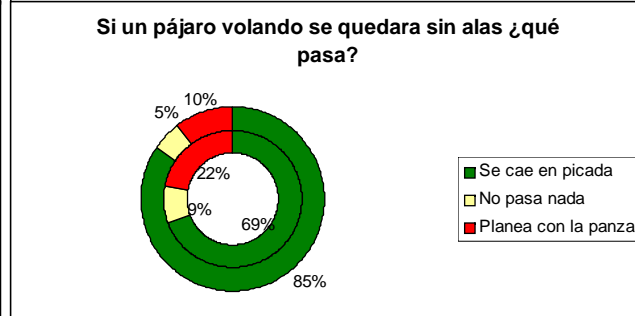
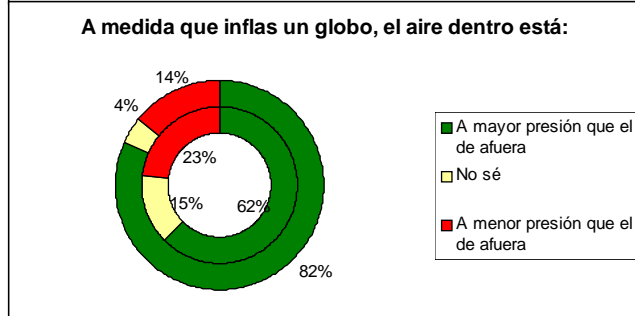
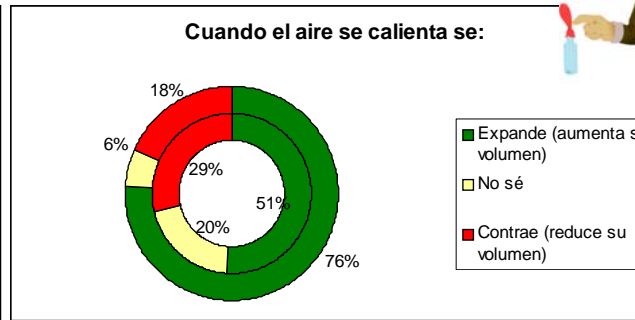
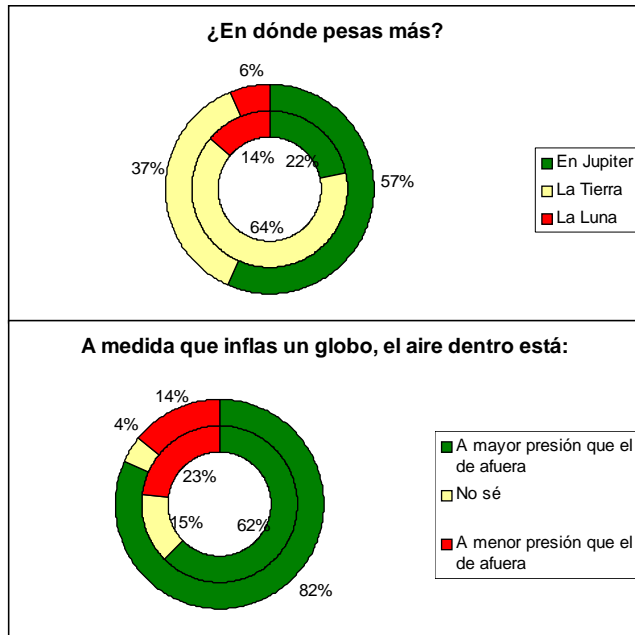
Las respuestas de 22,542 niños antes y después de hacer los experimentos se presentan a continuación:



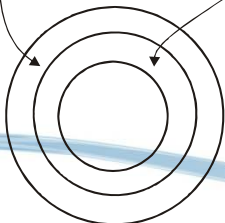


LIBRO 1

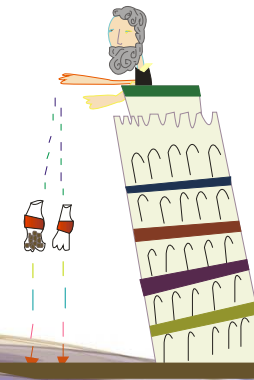
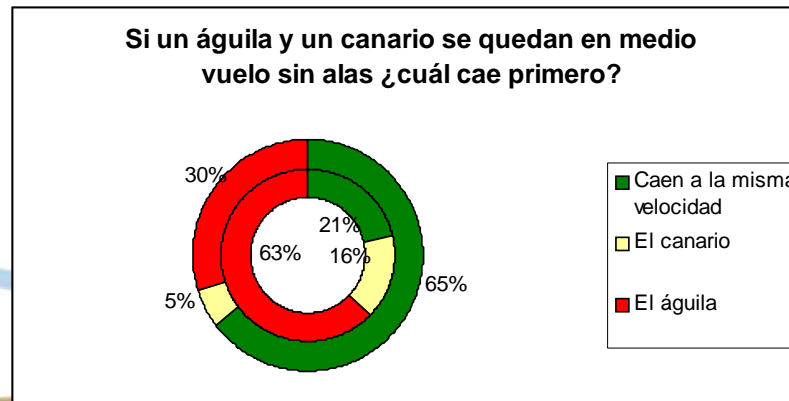
LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y LA CAÍDA DE LOS CUERPOS



Posprueba aro exterior
Preprueba aro interior

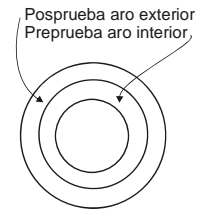


En verde la respuesta correcta

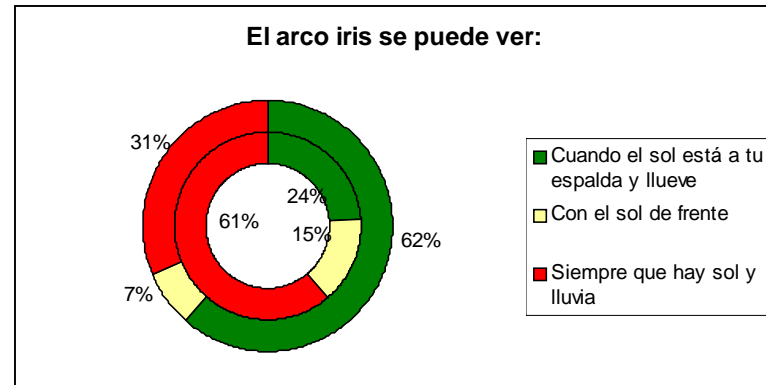
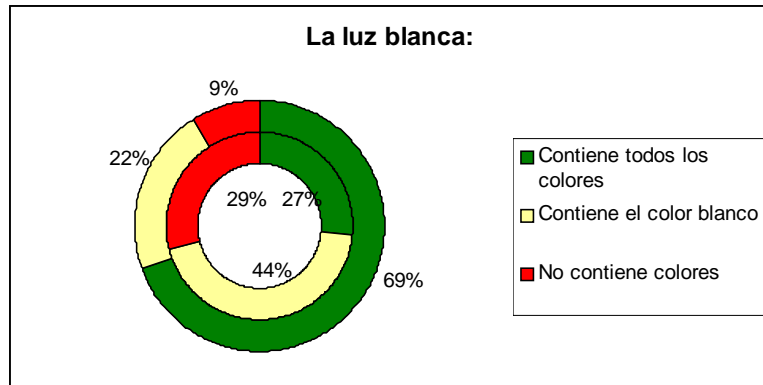


LIBRO 2

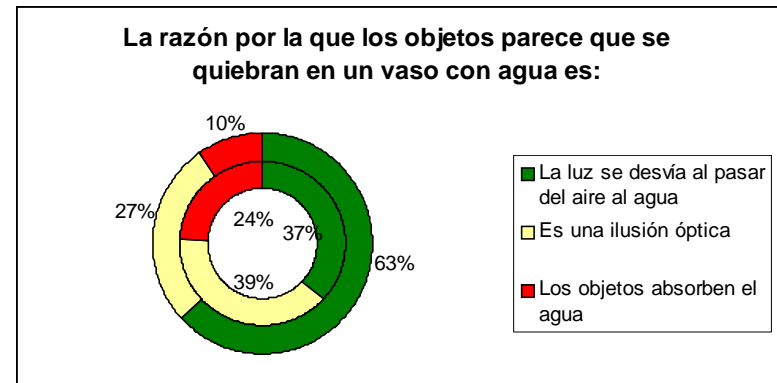
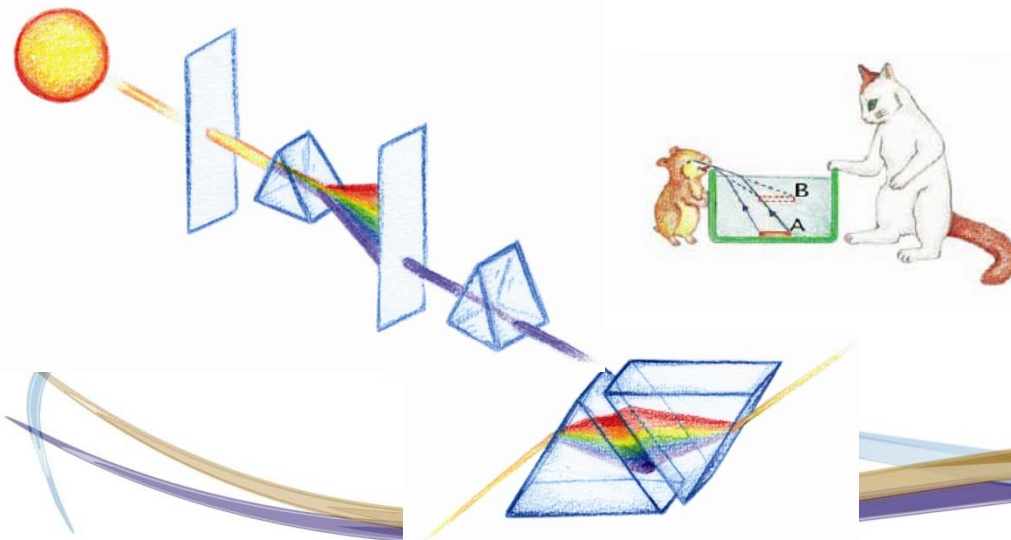
LA LUZ Y LOS COLORES



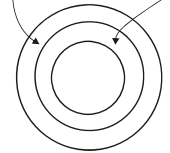
En verde la respuesta correcta



Experimentos: Prisma

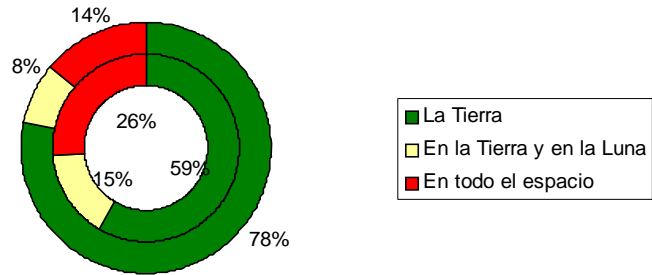


Posprueba aro exterior
Preprueba aro interior,

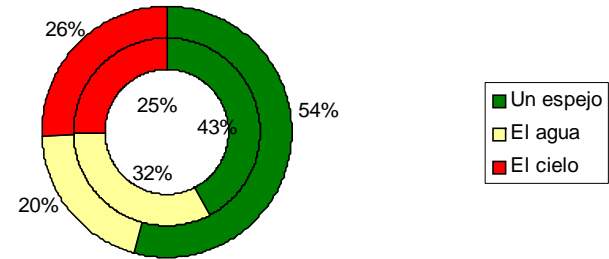


En verde la respuesta correcta

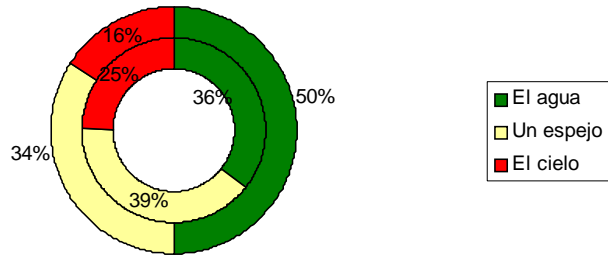
Hay cielo azul en:



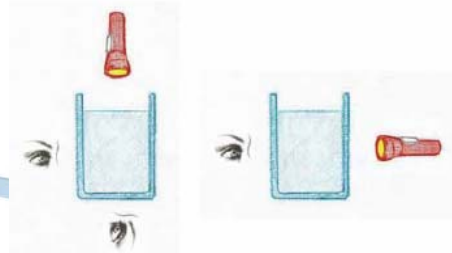
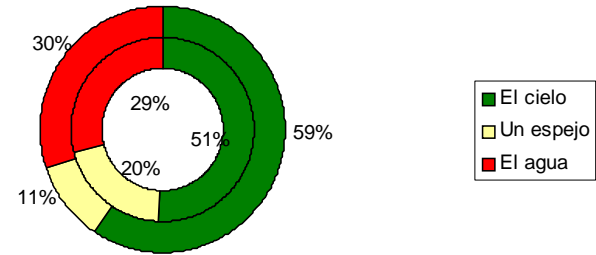
La luz se refleja en:



La luz se desvía en:

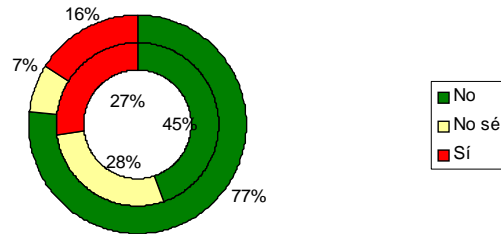


La luz se esparce en:

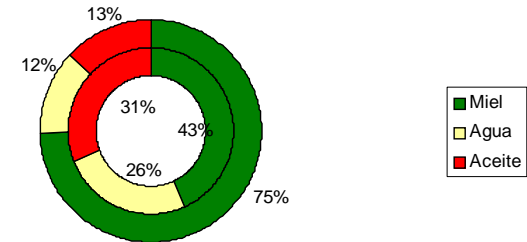


¡EUREKA! LOS CONTINENTES Y LOS OCÉANOS FLOTAN

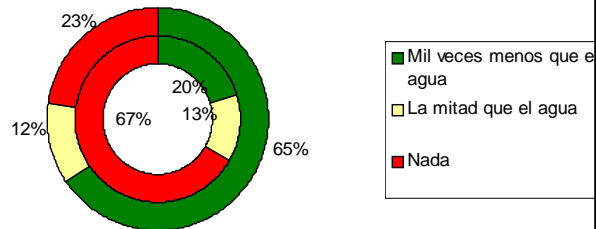
¿Es lo mismo peso que densidad?



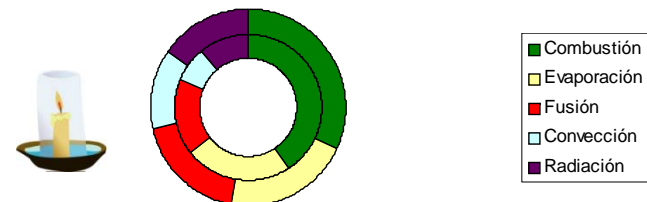
¿Cuál material es más denso?



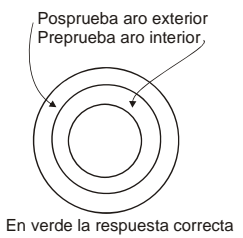
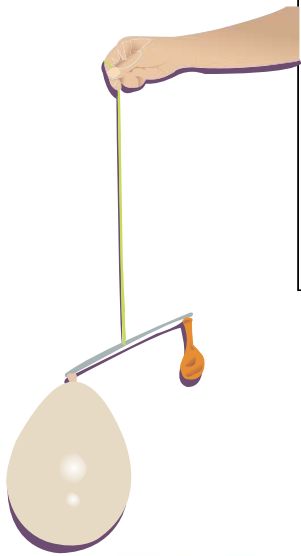
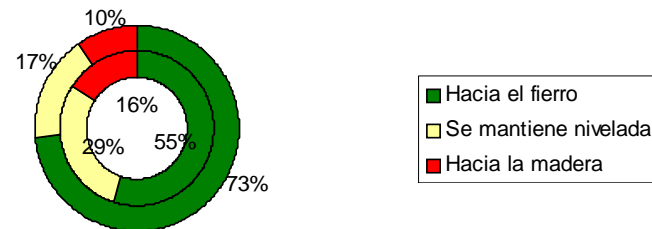
¿Cuánto pesa el aire?



Señala cuáles procesos están involucrados en una vela prendida

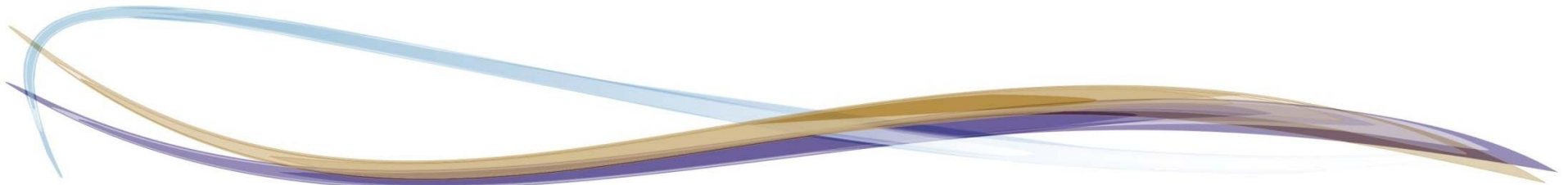
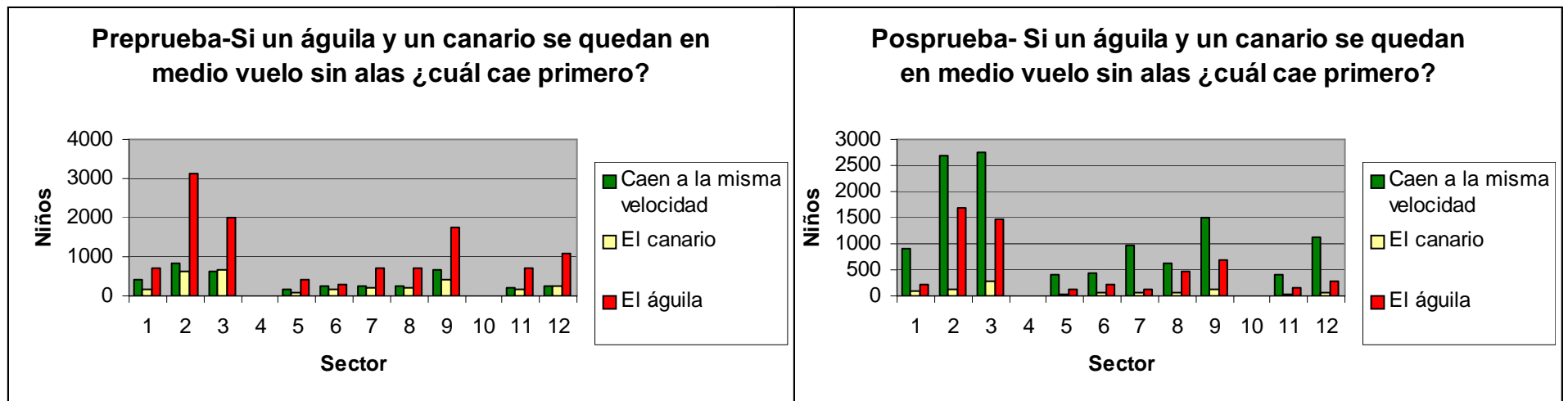


Si bajo el agua ponemos en una balanza un kilo de hierro y un kilo de madera ¿hacia dónde se inclina?





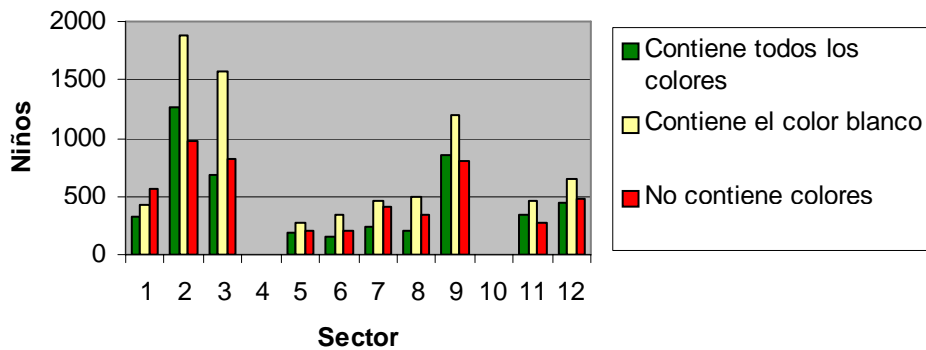
Resultado por sectores de una variación del experimento de Galileo sobre la caída de los cuerpos



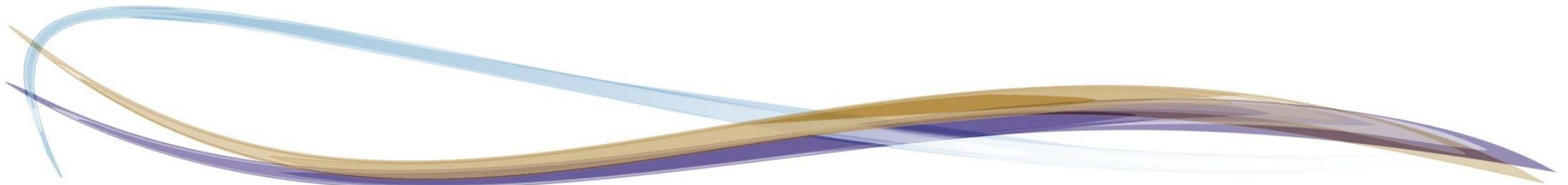
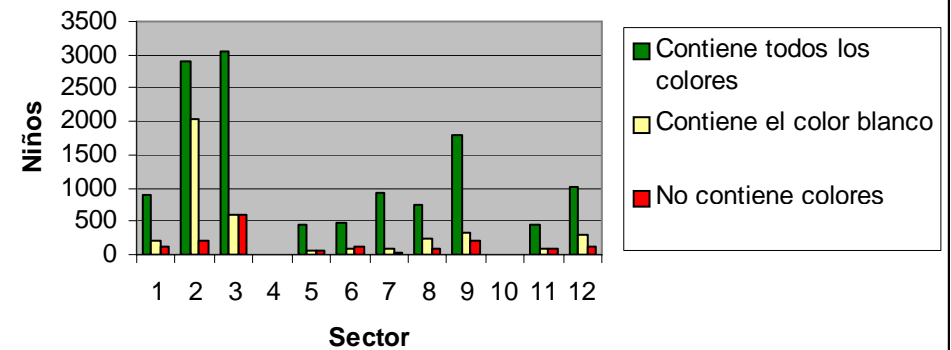


Resultado por sectores del experimento de Newton de la descomposición de la luz

Preprueba-La luz blanca:

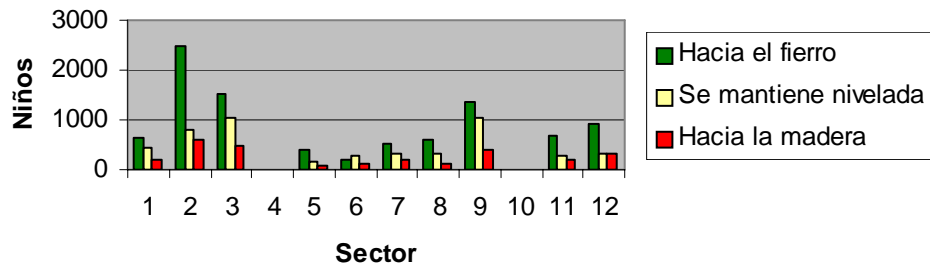


Posprueba- La luz blanca:

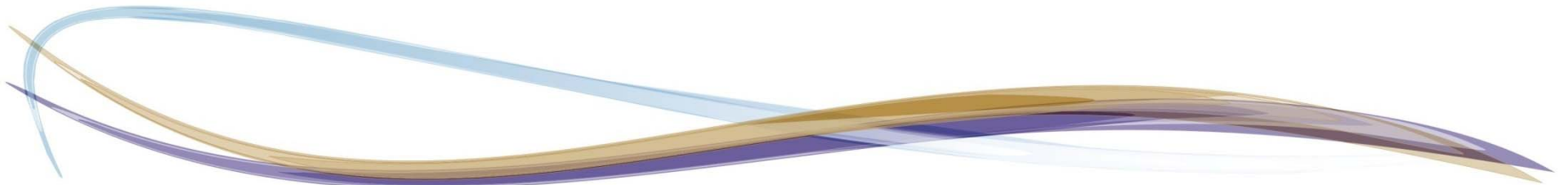
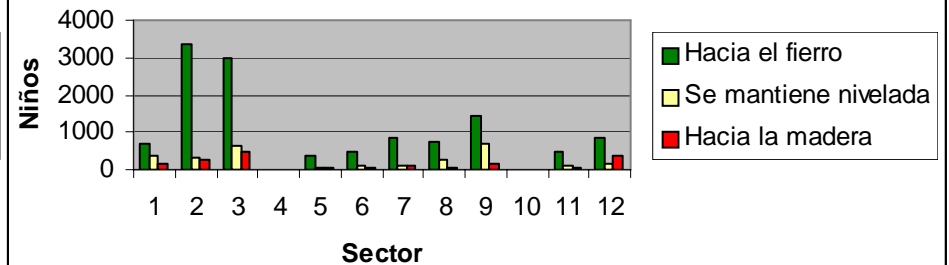


Resultado por sectores de una variación del experimento de Arquímedes de la flotabilidad

Preprueba- Si bajo el agua ponemos en una balanza un kilo de hierro y un kilo de madera ¿hacia dónde se inclina?



Posprueba- Si bajo el agua ponemos en una balanza un kilo de hierro y un kilo de madera ¿hacia dónde se inclina?

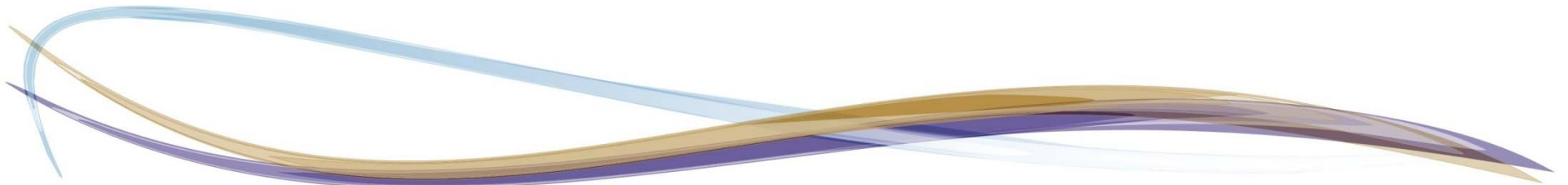




Conclusiones por libro

Libro 1. La presión atmosférica y la caída de los cuerpos.

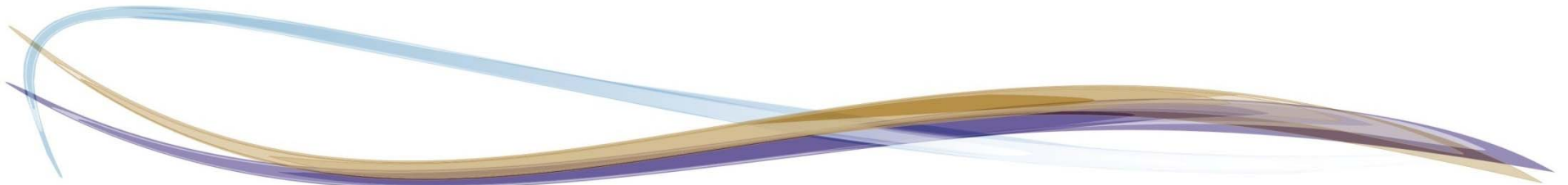
- El cuestionario y los experimentos están diseñados para aprender la diferencia entre peso, masa, gravedad, la presencia de aire y ver que la velocidad de caída de los cuerpos es independiente de su masa.
- Después del taller los alumnos contestaron bien entre el 57% y el 85%, muy bueno considerando que en la preprueba los niños tenían puntajes muy bajos; además contestaron bien las preguntas en las que los maestros habían fallado.





Libro 2: La luz y los colores

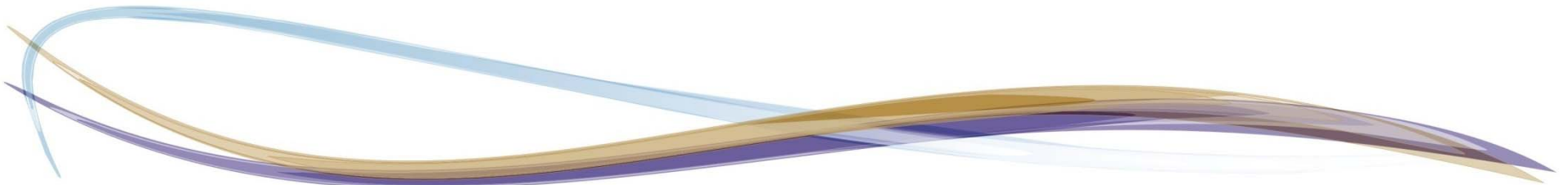
- El propósito de esta parte es que los niños sepan que vemos los colores gracias a que la luz blanca contiene todos los colores y que ésta se puede reflejar, desviar (refractar), absorber y esparcir.
- Después de hacer los experimentos de este libro el porcentaje de niños que contestaron correctamente varía entre el 50% y el 78%; aunque bajo, las respuestas correctas subieron considerablemente. Consideramos cambiar las preguntas de la última parte del cuestionario para talleres siguientes.





Libro 3: ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan.

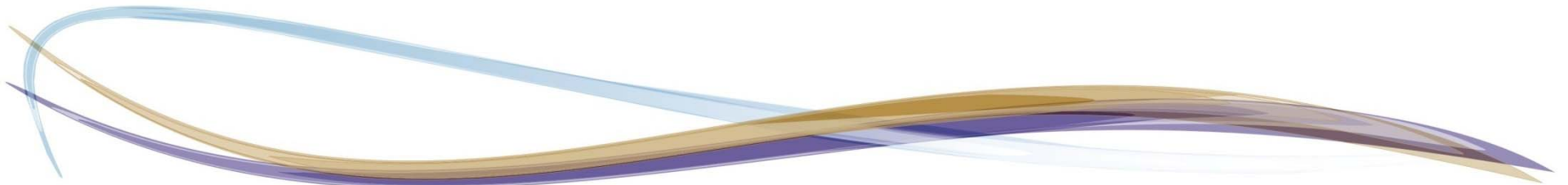
- El propósito de esta parte del taller es que los niños entiendan el concepto de densidad y flotabilidad.
- El porcentaje de alumnos que contestaron respuestas correctas se incrementó considerablemente, en un caso del 20% al 65% y en los otros alcanzaron más del 70%.





Conclusiones generales

- Se pudo documentar que un porcentaje muy bajo de niños puede asociar a su vida diaria los experimentos más famosos de Galileo, Newton y Arquímedes.
- El éxito, o no, del taller dependió en gran parte de cómo se llevó a cabo en las escuelas. Los directores que reportaron un procedimiento apegados a las instrucciones tuvieron porcentajes de respuestas correctas en más del 80%.
- La manera en la que está estructurado el cuestionario permite detectar cuando no se hicieron todos los experimentos de cada libro, o se inventaron las respuestas en la posprueba. Consideramos que el 20% de las escuelas no llevaron a cabo el taller siguiendo las instrucciones.





- Se documentó que en Querétaro, México, los niños tienen problemas para comprender conceptos básicos tales como peso, masa, gravedad, densidad, flotabilidad, y composición y propiedades de la luz. Esto puede acarrear deficiencias serias en la enseñanza de la ciencia en la educación básica, y para entender fenómenos cotidianos y naturales.
- Los resultados presentados muestran que la metodología propuesta en este taller, de poco presupuesto, permite en tres días cubrir una deficiencia en aspectos básicos de física.
- Por último, este taller muestra que la ciencia desde sus inicios (hace siglos) permite mejorar el entendimiento de nuestro entorno, que es asombrosa y por eso divertida, y que es posible que los niños de primaria entiendan cabalmente las implicaciones en la vida cotidiana de experimentos científicos muy famosos.

