

PARA JUGAR A  
SER CIENTÍFICOS





# PARA JUGAR A SER CIENTÍFICOS

Primera edición, 2015

► **Editorial**

Espacio Ciencia – Laboratorio Tecnológico del Uruguay  
Grupo Quark – Museo de Ciencias – Universidad Autónoma de Zacatecas

► **Editores**

Fiorella Silveira Segui  
Miguel García Guerrero

► **Autores**

Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo  
Bertha Michel Sandoval  
Dayan Bernal Miranda  
Dayri Raudales Hernández  
Edgar Arturo Ramos Rambaud  
Fiorella Silveira Segui  
Miguel García Guerrero  
Perla González Pereyra  
Viridiana Esparza Manrique

► **Diseño editorial**

Beleza! \_ Desarrollo Editorial

Todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente libro siempre que no se altere su contenido y se cite la fuente. Está prohibida su utilización con fines comerciales.

Depósito legal:

ISBN impreso: 978-9974-8500-9-5

ISBN digital: 978-9974-8530-0-3

Este libro fue impreso en Noviembre 2015,  
por Cadilnor S.A., Montevideo, Uruguay.

Depósito Legal: 368563

---

Silveira Segui, Fiorella y García Guerrero, Miguel, eds, 2015. *Para jugar a ser científicos*. Montevideo: Espacio Ciencia. Laboratorio Tecnológico del Uruguay; Grupo Quark. Museo de Ciencias. Universidad Autónoma de Zacatecas.

ISBN impreso: 978-9974-8500-9-5

ISBN digital: 978-9974-8530-0-3

LABORATORIOS DE ANÁLISIS / HISTORIA / DESARROLLO / ANIVERSARIOS / URUGUAY / PARQUES TECNOLÓGICOS

Dewey  
507.8



# TABLA DE CONTENIDO

<b>Presentación</b>	4
<b>Acerca de nosotros</b>	6
<b>Sobre los talleres de ciencia recreativa</b> Miguel García Guerrero	8
<b>Primera parte: Aprender a investigar</b> Fiorella Silveira Segui	13
<b>Actividad 1:</b> El estereotipo científico	13
<b>Actividad 2:</b> La observación	15
<b>Actividad 3:</b> El registro de datos	16
<b>Actividad 4:</b> La formulación de hipótesis	17
<b>Actividad 5:</b> Los dibujos científicos	18
<b>Actividad 6:</b> La elaboración de modelos	19
<b>Actividad 7:</b> Los instrumentos de observación y de medición	20
<b>Actividad 8:</b> La preparación de muestras	24
<b>Segunda parte: Pequeñas actividades de investigación</b> Fiorella Silveira Segui	25
<b>Actividad 1:</b> ADN	26
<b>Actividad 2:</b> Agua	34
<b>Tercera parte: Aventuras científicas</b>	41
<b>Actividad 1:</b> Enlaces Quarks Miguel García Guerrero	41
<b>Actividad 2:</b> Esparcimiento de partículas Miguel García Guerrero	45
<b>Actividad 3:</b> Flotación Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo	48
<b>Actividad 4:</b> Ludión Bertha Michel Sandoval, Edgar Arturo Ramos Rambaud, Miguel García Guerrero y Dayri Raudales Hernández	51
<b>Actividad 5:</b> Pelota elevada Viridiana Esparza Manrique	55
<b>Actividad 6:</b> Recoge el billete Edgar Arturo Ramos Rambaud	57
<b>Actividad 7:</b> Reto a la gravedad Dayan Bernal Miranda	60

# PRESENTACIÓN

Con mucho gusto compartimos este material didáctico que contiene actividades desarrolladas por Espacio Ciencia del Laboratorio Tecnológico del Uruguay y el Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Su objetivo es despertar el pensamiento científico de niños y jóvenes, estimulando el espíritu crítico, la curiosidad por los fenómenos que ocurren a su alrededor y la creatividad para enfrentar y resolver problemas.

Las actividades, de sencilla aplicación, aspiran a incentivar a los educadores a innovar en el aula, animándolos a desarrollar propuestas que favorezcan la apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes, tanto en ambientes formales como en no formales.

El material se desarrolla en el marco de las Misiones de Cooperación Técnica de EducaSTEM, edición 2015-2016, proyecto coordinado por el **Portal Educativo de las Américas**, del **Departamento de Desarrollo Humano y Educación** de la Organización de los Estados Americanos.

EducaSTEM es una **Red de Conocimiento Regional sobre la Educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés)** a nivel preescolar, primario y secundario en las Américas. Esta red provee un mejor acceso a la información sobre prácticas de Educación en STEM y fomenta la colaboración para la construcción de conocimiento e intercambio de información, además de la transferencia de prácticas entre individuos, entidades y gobiernos en la región.

EducaSTEM incorpora:

Un **Mapa de Prácticas sobre Educación en STEM** que visualiza geográficamente y describe prácticas, programas e iniciativas que se relacionan con la enseñanza y el aprendizaje de la Educación en STEM a nivel preescolar, primario y secundario en las Américas.

Una **Red Regional** de profesionales que diseñan e implementan proyectos y programas de Educación en STEM, interesados en compartir sus conocimientos, experiencias y recursos sobre prácticas de Educación en STEM de la región y el mundo.



Una **Guía para la Identificación de Prácticas de Educación en STEM** para aquellos entes interesados en desarrollar y/o fortalecer prácticas de Educación en STEM basadas en la indagación como estrategia pedagógica de aprendizaje, con el fin de promover el pensamiento crítico como una poderosa herramienta para romper brechas y estereotipos de género y contribuir a la construcción de sociedades más equitativas e igualitarias.

**Misiones Técnicas de Cooperación Horizontal** entre instituciones gubernamentales, de la sociedad civil, académicas y privadas de los Estados miembros de la OEA para promover y apoyar la transferencia de conocimiento y prácticas con relación a la Educación en STEM.

Hasta el momento se han realizado dos misiones de cooperación técnica. La primera de ellas fue entre México y Ecuador, a través de Programa Adopte un Talento A.C. (PAUTA) y la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). En la segunda misión, entre Colombia y Perú, participaron el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) y la Caja de Compensación Familiar de La Guajira (Comfaguajira), por parte de Colombia, y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), junto con el Ministerio de Educación, por parte de Perú.

En la tercera misión de cooperación técnica participarán el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y el Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) de México; con el fin de fortalecer las capacidades institucionales y locales.



## → ACERCA DE NOSOTROS

Espacio Ciencia es el museo de ciencia y tecnología del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Como centro educativo recreativo y de divulgación de ciencia y tecnología permite a visitantes de todas las edades convertirse en protagonistas de una gran aventura tecnológica. La participación es el eje central de la propuesta y se estimula la imaginación, la creatividad y el espíritu crítico. Creemos en el entretenimiento como un medio válido para el aprendizaje, entendiendo que la experimentación es una de las mejores formas de adquirir conocimientos. A través de diferentes propuestas se busca introducir o reafirmar conceptos y principios científicos y tecnológicos en un ambiente novedoso y con estrategias diferentes a las tradicionales.

Espacio Ciencia abrió sus puertas en el año 1995 y desde ese momento trabajamos para tener un museo que sea punto de partida y que se comporte como un *círculo virtuoso* de un proceso pedagógico. Apostamos a desarrollar un proceso educativo enriquecido por las exhibiciones, talleres y programas, que fomente las ganas de aprender y de construir significados.

La Escuela de Científicos de Espacio Ciencia es un programa integral para niños de entre 7 y 12 años. A lo largo de dos niveles se acerca a los participantes al trabajo que realizan los científicos, introduciéndoles en la metodología y desmitificando la imagen de la ciencia y los estereotipos de científicos. El primer nivel es introductorio - prepararse para investigar- el segundo busca que los participantes pongan en práctica las destrezas adquiridas. Con el objetivo de vincular a los técnicos del Laboratorio Tecnológico del Uruguay con la escuela, se proponen actividades relacionadas con las líneas temáticas que el Laboratorio investiga.

A través de las diferentes consignas con las que se trabaja se busca fomentar la curiosidad y el desarrollo del espíritu crítico, a la vez que se motiva a los niños a trabajar en equipo.

Como parte de las actividades de promoción y expansión del programa se ha presentado esta iniciativa en diferentes encuentros de docentes realizados en varias localidades de Uruguay y durante la Semana de la Ciencia y la Tecnología que se lleva a cabo en Uruguay cada año, a fines de mayo.

Se han realizado capacitaciones a docentes en las que se ha compartido la metodología empleada y se ha acompañado a los mismos en la implementación de las actividades, ayudándoles a contextualizarlas a la realidad local.

Hasta el momento han participado cerca de 500 niños en los talleres que se han desarrollado en Espacio Ciencia. Se ha formado a 35 docentes en esta metodología, quienes están replicando las diferentes actividades en instituciones educativas del país. A partir de esta iniciativa se han formado varios clubes científicos, integrados por niños y docentes.



El Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas es una de las instituciones pioneras en la divulgación científica de la región centro-norte de México, con una trayectoria de más de 30 años de trabajo para acercar la ciencia y la tecnología al público no especializado. Sus actividades iniciaron el 11 de octubre de 1983 con el esfuerzo de conservación, mantenimiento y exhibición de la colección del Gabinete de Física del Instituto de Ciencias, traído de Europa en el siglo XIX. En virtud de las limitaciones del gabinete para el desarrollo de actividades de divulgación científica, desde su fundación el Museo se ha fortalecido a través de programas de conferencias, la edición de publicaciones, el impulso de actividades recreativas para el público infantil, cursos para profesores y talleres de motivación con respecto a la actividad científica en grupos de jóvenes. Este último punto se ha convertido en una de las grandes fortalezas del Museo, en colaboración con el Grupo Quark -integrado por jóvenes voluntarios- se ha asumido un liderazgo académico y práctico para el movimiento de talleres de ciencia recreativa en México, con la publicación de varios libros, la discusión académica en congresos y el desarrollo de cursos.

Uno de los programas más exitosos del Museo de Ciencias de la UAZ es el Club Infantil de la Ciencia: un espacio de aprendizaje lúdico-experimental para niños y jóvenes de 5 a 15 de años de edad. El Club inició sus actividades en 1990 y es un programa en que los participantes se inscriben a inicio de cada semestre y participan una vez por semana en las actividades. A partir de 2002 y hasta la fecha, el Grupo Quark se ha hecho cargo del Club, logrando consolidarlo con un aumento significativo de participantes -se pasó de un promedio de 15 niños por sesión en 2001 a 70 en 2014-, enriquecerlo a través de la renovación anual de contenidos y retroalimentarlo con un programa de fuerzas básicas que estimula a los chicos más avanzados a integrarse al Grupo Quark, en el cual reciben la capacitación para participar como divulgadores voluntarios.

El Club Infantil de la Ciencia, con su seguimiento a participantes y el programa de Fuerzas Básicas, se ha establecido como un referente para las estrategias de su tipo en América Latina; esto ha llevado a la colaboración e intercambio de experiencias con instituciones como la Sociedad Dominicana de Física, el Museo Participativo de Ciencias de Buenos Aires, la Facultad Nacional de Ingeniería de Bolivia, la Universidad de Barcelona y el propio Espacio Ciencia en Montevideo, Uruguay.

De 2002 a la fecha más de 700 niños y jóvenes han participado en el Club Infantil de la Ciencia, de entre ellos más de 35 jóvenes han pasado de ser participantes en el Club a divulgadores voluntarios en el Grupo Quark. Por otro lado, en los últimos 3 años 21 integrantes del Club han presentado proyectos en concursos científicos a nivel estatal, 10 han participado en ExpoCiencias Nacional y 2 han representado a México en ferias científicas internacionales.





# SOBRE LOS TALLERES DE CIENCIA RECREATIVA

| Miguel García Guerrero

Acercarse a la ciencia y la tecnología (CyT) es una necesidad fundamental para los ciudadanos del siglo XXI: nos permite comprender mejor los fenómenos a nuestro alrededor, enterarnos de las novedades que afectarán la evolución de un mundo en constante cambio y, sobre todo, contar con los elementos para tomar decisiones que afectan nuestras vidas de forma informada. A la ciencia -o más bien, a las organizaciones y personas que se dedican a ella- también le conviene propiciar una cercanía con la sociedad: para justificar los recursos públicos que recibe para su trabajo, legitimar los conocimientos que produce y también enterarse de lo que la sociedad espera de ella, qué problemas debería resolver y hacia dónde hay que avanzar.

La divulgación de la CyT incluye todas las actividades orientadas a facilitar estos acercamientos de la CyT con el público no experto, a establecer una comunicación que responda al contexto, las necesidades y los intereses de las personas involucradas. Implica una recontextualización que lleva conocimientos de un espacio especializado a otro lego en que cumple funciones distintas a las que le dieron origen (Alcibar, 2004), o bien en que se lleva a las personas no expertas a conocer algo del contexto en que se construye la ciencia.

Existen muchos caminos para la divulgación. Pueden usarse medios escritos como libros, blogs o artículos en revistas y periódicos; también pueden transmitirse videos a través de la televisión y la web; hay exposiciones que se exhiben en museos u otro tipo de centros de ciencia; así como conferencias, demostraciones y otro tipo de actividades grupales. Cada una de estas rutas ofrece ventajas valiosas para la divulgación pero la mayoría de ellas, al menos en su enfoque tradicional, tiene un problema: asignan a las personas el rol de espectadores pasivos.

Aquí entra en juego la esencia de este libro -“Para jugar a ser científicos”-, en el que pretendemos que los talleres de ciencia recreativa sirvan como base para convertir a las personas en protagonistas del proceso de divulgación. Durante su participación en los talleres las personas estarán asumiendo el rol de científicos en un juego que les permitirá conocer algo de la historia, forma de trabajo y resultados de la CyT.

Cuando aquí hablamos de ciencia recreativa nos referimos a una doble identidad que fortalece el impacto de las actividades que realizamos: procesos divertidos que representan experiencias memorables para las personas involucradas y que, a la vez, buscan volver a construir (re-crear) temas científicos, elaborados previamente en un contexto especializado. Esto va más allá de apropiar conocimientos científicos,



implica hacer a las personas parte de un proceso que refleje algunas de las dificultades, incertidumbres y metodologías de la investigación.

Este nivel de participación/apropiación en la divulgación difícilmente se puede llevar a cabo en cualquier medio; requiere involucrar a las personas directamente. Los talleres nos brindan una excelente oportunidad para conseguir este tipo de proceso recreativo, con la ventaja adicional de que pueden realizarse en cualquier lugar y con materiales de muy bajo costo.

### Las bases del taller

En divulgación el taller representa el formato que busca integrar la interacción en tres niveles -físico, emocional e intelectual- para construir experiencias y conocimientos científicos. El taller inicia con un problema y tiene como objetivo esencial resolverlo; puede tratarse de una meta esencialmente cognitiva o de un proceso con resultados tangibles. El objetivo implica la constitución de un equipo de trabajo con todos los participantes, el cual asume la actividad como un proyecto colectivo, valorando los aportes de todos los individuos involucrados. En general los talleres usan dinámicas experimentales como eje para crear grupos de investigación dedicados a indagar en fenómenos naturales. Construyen comunidades que al mismo tiempo recrean los conocimientos científicos y los validan.

Algunas ventajas de este tipo de procesos, planteadas por Maya (1996), son la integración teórico/práctica de la actividad; incorporar estímulos integrales al individuo pues no se limita a lo intelectual; promover la creatividad colectiva; construir conocimientos a través de una dinámica de acción-reflexión-acción que permite la validación colectiva; no dependen de la autoridad de los textos o los docentes sino que se construyen conocimientos a través de una producción activa colectiva. Para lograr que todas estas virtudes se reflejen en el proceso de divulgación es necesario identificar su relación con la forma en que se construyen la CyT, así como las estrategias didácticas específicas que nos permitirán desarrollar un taller.

### Algo de epistemología

Para adentrarnos en la perspectiva científica que los talleres buscan ofrecer al público y la metodología que utilizan, necesitamos abordar las principales concepciones de la ciencia que podemos adoptar los talleristas. Contemplaremos tres



escuelas fundamentalmente: racionalismo, empirismo y constructivismo. Ellas, en mayor o menor medida, resultan determinantes en la forma en que concebimos y divulgamos la ciencia.

El racionalismo centra la importancia de la construcción de conocimientos en las personas: representa el desarrollo lógico de ideas, o teorías, fundadas en hechos evidentes o principios que son aceptados ampliamente, para explicar el comportamiento de la naturaleza.

En contraste, para el empirismo sólo hace falta interactuar con la naturaleza -a través de experimentos- para acceder a conocimientos que explican y predicen su comportamiento. Los datos hablan por sí mismos, no necesitan de una visión humana que los oriente.

El constructivismo media entre los otros dos modelos, dejando atrás la idea de una verdad absoluta o de un conocimiento científico terminado, y se pasa a la creación de modelos verificables experimentalmente y la construcción de procesos que los van recreando, cuestionando y enriqueciendo socialmente.

“La ciencia es un *proceso*, no sólo un producto acumulado en forma de teorías o modelos, y es necesario trasladar a los alumnos ese carácter dinámico y perecedero de los saberes científicos [...] se debe enseñar la ciencia como un saber histórico y provisional, intentando hacerles participar de algún modo en el proceso de elaboración del conocimiento científico, con sus dudas e incertidumbres...” (Pozo & Gómez, 1998)

La dinámica del taller permite a los participantes entender la construcción de conocimientos científicos como un proceso interminable del que han llegado a formar parte, a través del juego científico.

### Visiones didácticas y el cinturón de Batman

Los talleres requieren de un marco para guiar su acción: un conjunto de valores, creencias y supuestos orientados a concebir, planear y ajustar su acción educativa. Ese marco es provisto por las teorías pedagógicas. Hay que destacar que los talleres son dinámicas muy flexibles; pueden ajustarse a las características del grupo para ejecutarse de manera exitosa. Tal versatilidad requiere de poderosas herramientas y habilidades didácticas. Aunque los elementos teóricos resultan de gran importancia como marco para los talleres, no es bueno “casarse” con ninguna visión específica.



Las teorías pedagógicas son para el tallerista algo así como el cinturón de “Batman”: ofrecen una serie de herramientas que nunca serán usadas todas juntas pero que, a la vez, ninguna de ellas por sí sola podrá resolver todas las situaciones posibles. Para eso sirven estas teorías, nos dan elementos para desarrollar talleres exitosos en contextos muy variados. La clave está en distinguir cuáles teorías son útiles según las características de los participantes y los temas abordados; en otro espacio (García, 2014) se realiza un abordaje más detallado, pero aquí nos limitaremos a un abordaje somero de algunas de las teorías pedagógicas más relevantes.

- a) Conductismo. Usa la repetición y el aprendizaje memorístico como principales recursos, lo cual es complicado para apropiarse de conceptos pero sirve en la asimilación de datos que no pueden ser deducidos o contruados de forma independiente por los participantes.
- b) Los estadios de Piaget. Aunque no son una teoría pedagógica en sentido estricto, nos hacen saber que diferentes personas -en función de su edad y contexto- tienen un diferente grado de desarrollo cognitivo. Por eso las dinámicas deben ajustarse a las características de las personas con que trabajamos.
- c) Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Cada individuo es capaz de asimilar ciertos conceptos y de resolver satisfactoriamente ciertos problemas por sí solo. También existen otras situaciones fuera de su alcance individual pero que pueden enfrentarse exitosamente con el apoyo adecuado. Para conseguir que una persona, o un grupo, apropien ciertos conocimientos es importante tener presentes sus ideas previas, edad y contexto, de modo que no se exceda su ZDP. En caso contrario se puede desarrollar una dinámica muy complicada en la que no podrán involucrarse, o bien algo demasiado sencillo que aburre y no consigue alentar la participación.
- d) Aprendizaje significativo. Las personas no pueden aprender cosas que no se relacionen con sus conocimientos y experiencias previas, para abordar temas nuevos es necesario tomar como punto de partida lo que ya se sabe.
- e) Constructivismo. Se busca un proceso equilibrado entre la influencia del entorno social y las disposiciones internas del individuo. El conocimiento no representa una copia ni un reflejo de la realidad, sino la proyección de ésta en cada persona.
- f) Problematicación. Consiste en presentar los procesos educativos como problemas relacionados directamente con la vida de sus participantes, para darle un sentido real a las situaciones abordadas por las personas.



## Un par de consejos para cerrar

Todo lo que hemos mencionado sobre las bondades del taller y los aspectos epistemológicos y pedagógicos que podemos integrar en él suena muy bien, pero llevarlo a la práctica es todo un reto. Venimos de una fuerte inercia de aprendizaje jerarquizado que gira en torno al maestro y que permite poca interacción entre los participantes. No es tarea sencilla romper con esta trayectoria pero es indispensable para ponernos a jugar a ser científicos, así que para aquellos que quieren usar los talleres con este fin recuerden dos cosas:

- 1) Los protagonistas de los juegos son los participantes, no los divulgadores ni los experimentos. Hay que centrarnos en ellos, en sus intereses y sus ideas para que la dinámica funcione.
- 2) La esencia del taller está en la triple interacción -física, emocional e intelectual- así que tenemos que dejar que las personas jueguen, se emocionen e intercambien ideas de forma libre, aunque ordenada, para que los resultados sean de todos y no de unos cuantos.

Una vez dicho esto, no queda más que invitarlos a que se diviertan al jugar a ser científicos.

---

## Referencias bibliográficas:

**Alcíbar, M., 2004.** La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva, En: *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, (31):43-70.

**García, M., 2014.** Caracterización de los talleres de ciencia recreativa. En: García, Miguel y Bertha, Michel. *La ciencia en nuestras manos*. México: Texere.

**Maya, A., 1996.** *El taller pedagógico*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

**Pozo, J. y Gómez, M., 1998.** *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

---





# PRIMERA PARTE: APRENDER A INVESTIGAR

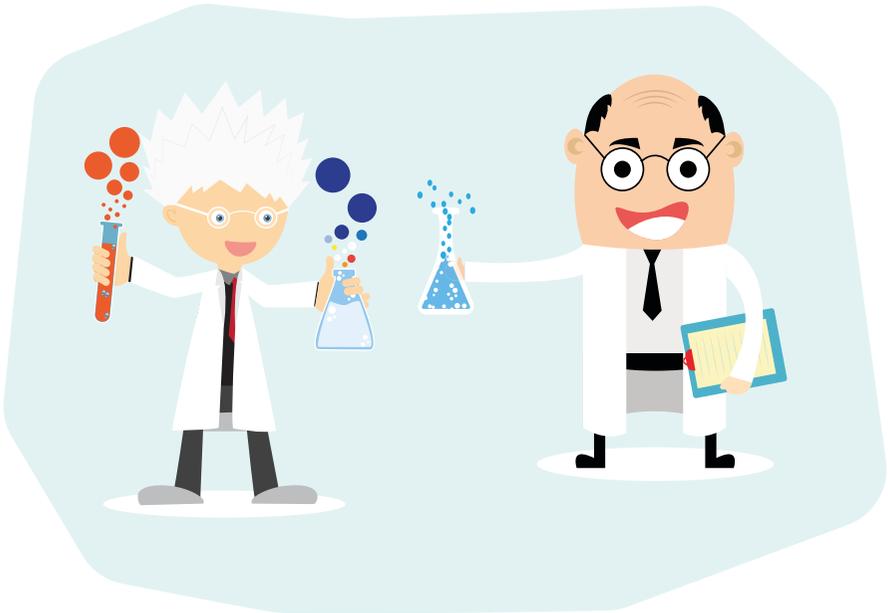
| Fiorella Silveira Segui

En esta sección compartiremos algunas actividades que promueven la iniciación a la investigación y el desarrollo del espíritu crítico en niños y jóvenes.

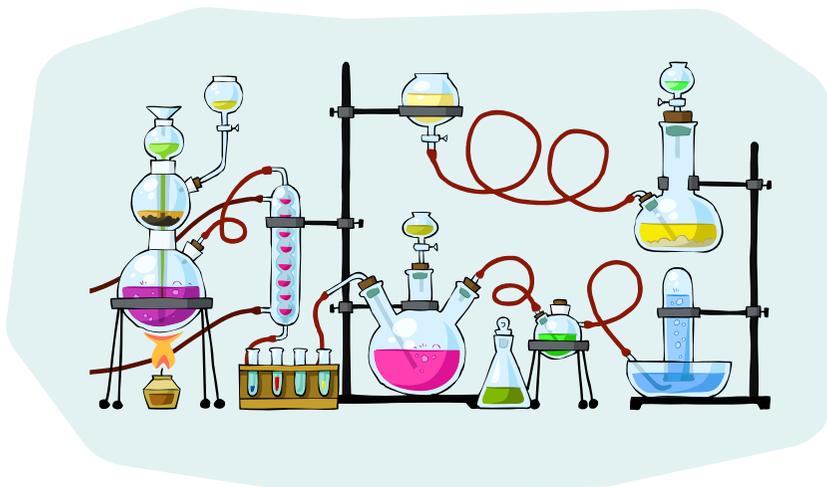
Si bien las actividades se pueden aplicar a todo nivel, se sugiere adecuarlas teniendo en cuenta las destrezas de los participantes en cada etapa evolutiva.

## Actividad 1: El estereotipo científico

Cuando hablamos de un científico, la idea que a muchos grandes y chicos les viene a la cabeza se parece a las siguientes:



Y los laboratorios se imaginan de esta manera:



Las imágenes estereotipadas del científico son propias de nuestras sociedades y se han construido porque en muchas ocasiones no hay una verdadera socialización de lo que los científicos realmente hacen.

El cine y la literatura contribuyeron a formar esas imágenes presentando a los científicos como héroes, personajes privilegiados, con capacidades especiales y que realizan descubrimientos gracias a eso. Otras veces se les presenta como locos o malos que quieren dominar el mundo. También en ocasiones se presentan como personajes muy brillantes que hacen descubrimientos por casualidad.

Pero los científicos son seres humanos como cualquiera de nosotros, no hace falta tener dotes especiales para serlo, sólo basta con ser curioso, hacerse preguntas sobre los fenómenos que ocurren alrededor y buscar las respuestas a esas preguntas.

Muchas veces los científicos trabajan de manera aislada pues deben manipular sustancias, preparados y dispositivos que pueden ser peligrosos si no se conoce de manera exhaustiva la disciplina.



¡Pon a prueba estas ideas pidiendo a niños y jóvenes que dibujen a un científico!



## Actividad 2: La observación

Mirar y observar muchas veces se utilizan como sinónimos pero en realidad no lo son.

Al observar aplicamos atentamente los sentidos a un objeto o fenómeno para estudiarlo tal como se presenta en la realidad.

A diario miramos a nuestro alrededor diferentes objetos, como animales, árboles o el cielo. Permanentemente observamos pero no todas las veces lo hacemos científicamente.

Las personas con actitud científica perciben los objetos y buscan explicarse cómo y por qué ocurren, identificando detalles relevantes que les permitan hacer una descripción de manera integral.

La observación es el primer paso en el proceso de investigación y depende en gran medida de los sentidos, aunque muchas veces el ser humano debe recurrir a instrumentos que le ayuden en esa tarea.

Antes de comenzar a realizar observaciones es pertinente definir qué se va a observar, resaltando concretamente el objeto hacia el que se va a dirigir la atención y qué aspecto se desea observar: anatomía, comportamiento, atributos o cómo interactúa.

Recolectar hormigas y realizar actividades de observación con niños resulta muy motivador. Para guiar la observación se pueden formular preguntas como las que siguen:

- ¿Son todas las hormigas del mismo tamaño?
- ¿Qué partes de su anatomía puedes distinguir?
- ¿De qué se alimentan las hormigas?
- ¿Hacia dónde se dirigen las hormigas?



### Actividad 3: El registro de datos



Los datos recogidos de las observaciones deben ser registrados para su posterior análisis y estudio del objeto o fenómeno.

Las técnicas tradicionales de registro implican la utilización de lápiz y papel y resultan muy adecuadas para las actividades que se implementan con niños.

Las anotaciones pueden realizarse en fichas especialmente diseñadas para tal fin. A continuación compartimos un modelo de una ficha para realizar actividades de observación con hormigas.

FICHA DE OBSERVACIÓN  
— HORMIGAS —

Color \_\_\_\_\_

Cantidad de patas \_\_\_\_\_

Partes de la anatomía \_\_\_\_\_

Desplazamiento \_\_\_\_\_

Alimentación \_\_\_\_\_

Dibujo \_\_\_\_\_



## Actividad 4: La formulación de hipótesis



Es de científico hacerse preguntas sobre los diferentes fenómenos que ocurren alrededor y buscar las respuestas que le permitan comprender lo que está ocurriendo.

Muchas veces los científicos hacen suposiciones sobre un fenómeno que están estudiando con el afán de ofrecer una solución provisional para un problema dado.

Una hipótesis es una proposición provisional, cuya veracidad o falsedad depende de las pruebas empíricas. La hipótesis de investigación es el elemento que condiciona el diseño de la investigación y responde provisoriamente al problema; es el verdadero motor de la investigación.

Con respecto al comportamiento de las hormigas nos podríamos preguntar qué ocurre si colocamos las mismas frente a alimento dulce o salado. Posibles hipótesis:

- La hormiga se dirigirá hacia la comida salada.
- La hormiga se dirigirá hacia la comida dulce.
- La hormiga permanecerá inmóvil.
- La hormiga se moverá en cualquier dirección pero no se dirigirá a la comida.

Estas hipótesis se puede validar o refutar realizando pruebas experimentales que permitan estudiar el comportamiento.



## Actividad 5: Los dibujos científicos



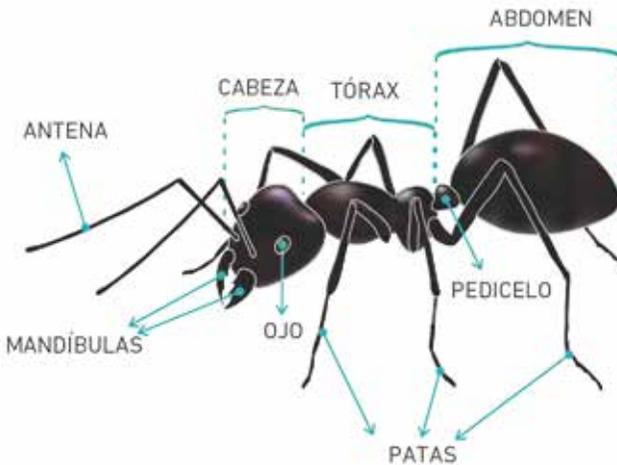
A pesar de que la fotografía y las técnicas digitales han avanzado muchísimo en las últimas décadas, los dibujos científicos se continúan utilizando en las diferentes disciplinas científicas para representar las partes y los aspectos constitutivos de un objeto, teniendo en cuenta las proporciones y escalas en la representación de la realidad.

Realizar un dibujo científico no se limita simplemente a la representación propiamente dicha sino que es necesario contar con otras destrezas relacionadas con la manipulación de instrumentos de observación y de medición, auxiliares para realizar esta consigna.

Además es necesario manejar vocabulario científico para poder nombrar las distintas partes que se representan y conocer la función que desempeñan en el conjunto representado, así como ser capaces de resaltar aquellos aspectos más sobresalientes que se pretenden transmitir del objeto o proceso estudiado.

Desde el punto de vista del proceso de enseñanza-aprendizaje, los dibujos científicos integran varias disciplinas y constituyen una actividad que favorece la construcción de los conocimientos.

A continuación compartimos un dibujo científico de una hormiga.



## Actividad 6:

### La elaboración de modelos

Un modelo es una representación concreta de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico.

Son instrumentos mediadores entre la realidad y la teoría y reproducen los principales aspectos visuales o la estructura de la cosa que estás siendo modelada.

Los modelos ayudan a comprender cómo funcionan las cosas. Adquieren diferentes formas, incluyendo objetos físicos, planes, constructos mentales, ecuaciones matemáticas y simuladores. Son esquemas o estructuras de prueba que corresponden a objetos reales o hechos y que tienen poder explicativo.

Los modelos están involucrados en la descripción y explicación de situaciones reales o en la predicción posibles situaciones.

Trabajar con modelos resulta de gran ayuda en el aprendizaje de las ciencias debido a que promueven la construcción de los conocimientos en un ambiente colaborativo en el que los niños y jóvenes tienen un papel activo. Al modelar realizan diferentes actividades: experimentan, argumentan y hacen representaciones.

Si bien a edades tempranas es el docente el que debe suministrar el modelo para el estudio de determinado tema, resulta adecuado fomentar la elaboración de los mismos por parte de los niños y jóvenes dada su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, desde los enfoques constructivistas.

### Modelo de una hormiga



#### Materiales:

- Porcelana fría
- Óleo negro
- Guantes de látex
- Alambre

#### Procedimiento:

- Tiñe la porcelana con el óleo. Utiliza guantes.
- Modela la porcelana con la anatomía de la hormiga.
- Utiliza el alambre para representar las patas y antenas.



## Actividad 7:

### Los instrumentos de observación y de medición

Muchas veces los científicos tienen que realizar medidas y observaciones utilizando los instrumentos adecuados.

Las mediciones son una parte fundamental del trabajo científico pues se obtienen datos útiles para la investigación.

La ciencia que estudia las mediciones y sus aplicaciones se llama metrología.

Aprender a medir y a expresar una medida es una tarea compleja pues es necesario en primer término seleccionar el instrumento adecuado para realizar la medición, luego identificar su escala y las principales características de la misma (rango y apreciación).

Asimismo es necesario conocer cómo estimar y cómo informar correctamente una medida, utilizando el número adecuado de cifras significativas y la unidad correspondiente.

Por último se debe de tener en cuenta que todas las medidas poseen incertidumbre relacionadas con el instrumento de medición y con la persona que realiza la medida.

Aquí te damos algunas ideas para construir instrumentos de medición y de observación con materiales accesibles.





## 1. Una lupa con una gota de agua

### ➔ Materiales:

- Regla
- Compás
- Lápiz
- Tijera
- Goma Eva
- Nylon
- Cinta adhesiva
- Pipeta Pasteur
- Agua

### ➔ Procedimiento:

- Recorta un cuadrado de goma Eva de 5 cm de arista. (Figura 1)
- Realiza en el centro un círculo de 2 cm de diámetro. Recorta el círculo. (Figura 2)
- Cubre el círculo con un trozo de nylon. (Figura 3)
- Coloca en el centro del nylon una gota de agua. Utiliza la pipeta Pasteur. (Figura 4)

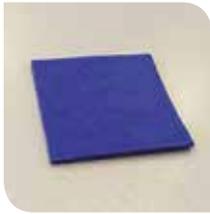


Figura 1

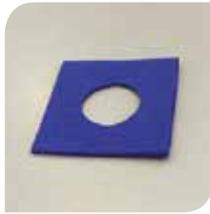


Figura 2



Figura 3

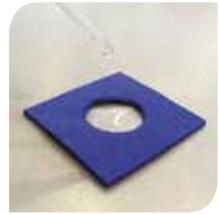


Figura 4



¡Listo! Está pronta tu lupa.  
Prueba observar a través de ella.



## 2. Odómetro

### ➡ Materiales:

- Regla
- Compás
- Lápiz
- Marcador
- Cúter
- Cartón grueso o MDF
- Tornillo y tuerca

### ➡ Procedimiento:

- Recorta un círculo de cartón grueso, de 15,8 cm de radio. (Figura 1)
- Recorta dos rectángulos de 60 cm x 5 cm x 0,3 cm, del mismo material. Realiza un orificio en cada uno, a 3 cm del borde. (Figura 2)
- Une los rectángulos con el círculo, tomando como punto de unión el centro del círculo. Utiliza el tornillo y la tuerca para realizar la unión. (Figuras 3 y 4)
- Dibuja una flecha en cualquier parte del círculo y otra en uno de los rectángulos. (Figura 5)

Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



¡Ya está terminado el odómetro! Para comenzar a medir haz coincidir las dos flechas. Pon el odómetro en movimiento y cuando se encuentren las dos flechas habrás recorrido 1 m.





### 3. Probeta

#### ⇒ Materiales:

- Jeringa
- Cúter
- Plancha de un material plástico
- Regla
- Marcador
- Adhesivo

#### ⇒ Procedimiento:

- Retira el émbolo de la jeringa. (Figura 1)
- Corta el extremo superior (en el que va la aguja) y los laterales que se encuentran en el extremo inferior. (Figura 2)
- Recorta un cuadrado de 5 cm de arista del material plástico, será la base de la jeringa. (Figura 3)
- Adhiere la jeringa al cuadrado, colocando el "0" de la jeringa sobre la base. (Figura 4)



Figura 1



Figura 2

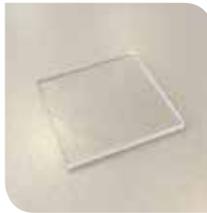


Figura 3



Figura 4



Deja que el adhesivo se seque antes de comenzar a medir volúmenes.



## Actividad 8: La preparación de muestras



Dado que muchas veces es necesario observar secciones pequeñas de un material vegetal, se debe realizar con ellos preparados para posteriormente observarlos con un instrumento óptico.

Los instrumentos ópticos han permitido descubrir y estudiar el funcionamiento de muchos organismos por lo que resultan herramientas muy valiosas para el trabajo de laboratorio.

Existen diferentes técnicas para preparar las muestras. Describiremos a continuación una técnica básica para realizar observaciones en diferentes instrumentos ópticos.



### Materiales:

- Bisturí
- Porta y cubreobjetos
- Esmalte de uñas incoloro
- Instrumento óptico



### Procedimiento:

- Realiza la disección de una sección de la hormiga con la ayuda de un bisturí.
- Coloca la sección en un portaobjetos y cubre con una capa de esmalte para adherirla.
- Pone encima el cubreobjetos, presionando suavemente.
- Coloca el preparado en el instrumento óptico y observa.





# SEGUNDA PARTE: PEQUEÑAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

| Fiorella Silveira Segui

En esta sección compartiremos algunas pequeñas actividades de investigación para aplicar los conocimientos adquiridos.



## Actividad 1: ADN



¿Qué es lo que identifica a un vegetal en particular? ¿Será su color, su tamaño o su aroma?

En el núcleo de cada célula del vegetal está contenida la información que lo identifica. Esa información se llama ADN (ácido desoxiribonucleico).

El ADN brinda información acerca de cómo lucirá el vegetal y de cómo funcionarán sus células. Conocer el ADN de cada organismo es muy importante. Gracias a que cada uno tiene una secuencia específica de genoma ha sido posible identificar a las distintas especies.

### Extracción de ADN

A continuación se describe una actividad experimental en la que se realiza una extracción casera del ADN de diferentes vegetales.

A lo largo de la actividad los participantes tienen la oportunidad de poner a prueba sus destrezas en la utilización de materiales y sustancias así como en el seguimiento de una técnica experimental.



#### **Materiales:**

- Tabla de picar
- Cuchillo
- Cucharita
- Licuadora o mixer
- Taza
- Varilla de vidrio
- Colador
- Pinza
- 2 vasos de bohemia de 200 mL
- Placa de petri
- Espinaca / morrón rojo / zanahoria / repollo colorado
- Detergente
- Agua
- Etanol
- Cloruro de sodio





## Procedimiento:

- Corta en trozos pequeños el material vegetal (media taza es suficiente). Puede emplearse espinaca, morrón rojo, zanahoria o repollo colorado.
- Coloca el material vegetal en el vaso de la licuadora o mixer y cubre con agua.
- Trasvasa el material vegetal licuado a un vaso de bohemia.
- Agrega detergente, el mismo volumen que de material vegetal.
- Adiciona una cucharadita de cloruro de sodio y mezcla suavemente, evitando que se formen burbujas.
- Deja reposar la mezcla unos 10 minutos para lograr la extracción del ADN.
- Separa la mezcla descartando los sólidos. Utiliza un colador de acero o de plástico. De esta manera se obtiene una solución que contiene, entre otras sustancias, parte del ADN que estaba presente en las células vegetales.
- Quita las burbujas del líquido (en caso de que se hayan formado) con la ayuda de una cuchara.
- Agrega suavemente media taza de etanol, tratando que los líquidos no se mezclen. De esta manera, a pesar de que los solventes son miscibles y tienden a mezclarse en forma homogénea, se logrará formar dos capas diferentes (la inferior contiene el extracto de ADN y la superior etanol).
- Espera 20 minutos observando los cambios que ocurren.

Retira el ADN extraído en la capa de etanol con ayuda de una pinza y colócalo en una placa de petri.

## Información adicional

La espinaca, el morrón, la zanahoria y el repollo colorado contienen ADN. Al licuarlos con agua las células se separan entre sí e incluso algunas se rompen. Las membranas de las células están formadas por fosfolípidos y proteínas. Los fosfolípidos son sustancias que poseen una parte polar (grupos fosfato) y una parte apolar (cadenas lipídicas). En las membranas biológicas estas sustancias se ordenan de manera de formar una capa que presenta los grupos polares hacia el exterior e interior de la célula, dejando entre ellos una capa de lípidos apolar. Debido a esta estructura, las membranas constituyen una barrera semipermeable que mantiene el balance osmótico de la célula. Así, la mayor parte de las sustancias que se encuentran disueltas en el medio acuoso extracelular no pueden atravesar la barrera lipídica, debido a su incapacidad de generar interacciones con los lípidos. En este



experimento, el detergente es capaz de emulsionar los fosfolípidos de la membrana, haciendo que se formen pequeños orificios en la superficie celular. Estos orificios causan que algunas sustancias puedan atravesar ahora las membranas, en particular los iones. El agregado de sal aumenta la concentración salina y termina de romper totalmente las membranas celulares debido al desbalance osmótico que se genera (la concentración fuera y dentro de las células no son las que permiten la estabilidad celular). De esta forma el ADN se libera. Además, los cationes sodio se asocian en solución al ADN (que es una molécula con carga negativa). El alcohol permite separar finalmente el ADN debido a que su solubilidad en alcohol es menor y por esto, al difundir el agua en el alcohol, el ADN asociado a cationes sodio precipita en la capa alcohólica.

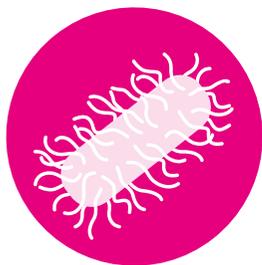
Evita en todo momento agitar la mezcla debido a que al hacerlo el ADN se desnatura, es decir que se corta y deja de tener forma de hebras. La desnaturalización del ADN impediría observar su precipitación al final del experimento. Además, al agitar es posible que se formen burbujas las cuales además de impedir la visualización, dificultan la difusión de los solventes.

## Torre de ADN

Perla González Pereyra y Miguel García Guerrero

### Principios a explicar:

Estructura de Ácido Desoxirribonucleico  
Apareamiento de bases



### Materiales:

- 240 palitos de madera cuadrados de 10 cm
- 50 gramos de colorante azul en polvo
- 50 gramos de colorante rojo en polvo
- 50 gramos de colorante verde en polvo
- 50 gramos de colorante morado en polvo
- 1 bandeja
- agua
- superficie plana



## ➔ Procedimiento:

### Preparación

- Verte agua en la bandeja y agrega el colorante azul, mézclalos hasta que el color se distribuya uniformemente.
- Mete 30 palitos al agua con colorante y déjalos ahí por 10 minutos para que se absorba bien el color. Después sácalos y ponlos a secar en el sol durante 15 minutos.
- Repite los pasos a y b pero usando el colorante rojo, luego el colorante verde y finalmente el morado. De esta forma tendrás 30 palitos pintados con cada uno de los colores y 120 sin pintura, con color natural.
- Separa los palitos en dos paquetes, de forma que cada uno tenga 15 palitos de cada color y 60 “naturales” (120 palitos en total). (Figura 1)

### Dinámica

- Separa a los participantes en dos equipos que competirán entre sí.
- Entrégale a cada equipo uno de los paquetes de palitos.
- Los equipos tendrán 15 minutos para construir una torre de palitos y ganará el que logre hacer la más alta.

### El acomodo deberá hacerse de la siguiente manera:

- a) Se empezará colocando el primer “piso” con 2 palitos (uno rojo y uno azul), uno frente a otro, separados por una distancia de unos 7 centímetros. (Figura 2)
- b) Para el siguiente piso se colocarán dos palitos “naturales” de la misma manera que se colocaron los anteriores pero a de forma perpendicular con los primeros. (Figura 3)
- c) En el tercer piso irán dos palitos (uno verde y otro morado) que se van a girar ligeramente respecto a los palitos del primer nivel, sin dejar de estar paralelos entre sí. (Figura 4)
- d) El cuarto piso se hará con dos palitos “naturales” que se van a girar, en la misma dirección que se hizo en el paso anterior, respecto a los palitos del segundo nivel. (Figura 5)
- e) Seguirá un nuevo piso de palitos (uno rojo y uno azul) con su respectivo giro y a partir de ahora se repetirán los pasos en cada nivel, cuidando que siempre se encuentren en el mismo piso un palito azul y uno rojo, alternándose con un piso natural y luego el nivel de palitos verde y morado. (Figuras 6, 7 y 8)



f) Es importante que se sigan haciendo los giros para que la torre tenga la forma de una doble hélice.

- Al concluir se explicará que las torres sirven para hacernos una idea de la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN), cada color de palitos representa una base nitrogenada distinta: los rojos serían la adenina, los azules la timina, los verdes la citosina, los morados la guanina y los naturales representan los enlaces que unen a las diferentes bases nitrogenadas. En nuestra torre siempre va rojo con azul y verde con morado porque en el ADN siempre van juntas la adenina con la timina y la citosina con la guanina.

Figura 1



Figura 2



Figura 3

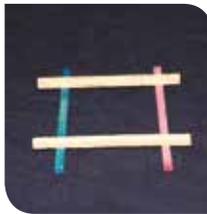


Figura 4

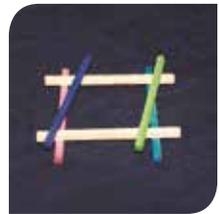


Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8

## Preguntas

¿Por qué nos parecemos a papá, a mamá o a los abuelos? ¿Cómo sabe cada célula del cuerpo cuál es su función? ¿Dónde se encuentra la información que nos permite ser quiénes somos?



## Marco teórico

Al igual que en los vegetales, la información que determina como lucirá una persona o cómo funcionarán sus células se encuentra almacenada en el material genético que “habita” en el núcleo de cada célula.

El ADN es una cadena de nucleótidos que actúa como plantilla para dirigir la actividad celular mediante mensajes de ácido ribonucleico (ARN). La principal diferencia entre el ADN y el ARN se encuentra en que el primero está formado por dos cadenas moleculares, mientras que el segundo solo tiene una.

Las moléculas de ADN y ARN son polímeros, cadenas formadas por miles o millones de nucleótidos. Cada nucleótido está compuesto por:

- 1) Un azúcar de 5 carbonos (ribosa en caso del ARN y desoxirribosa en el ADN)
- 2) Un grupo fosfato
- 3) Una base nitrogenada (llamada así porque contiene átomos de nitrógeno)

Existen cuatro tipos diferentes de nucleótidos que se distinguen por su base nitrogenada. Hay 2 tipos de bases nitrogenadas, las purinas (grandes y que poseen dos anillos en su estructura química) y pirimidinas (pequeñas y de un solo anillo). El ADN contiene dos bases purinas: adenina y guanina; y dos pirimidinas: timina y citosina.

En la estructura de doble hélice del ADN las bases nitrogenadas se emparejan de una forma específica: la citosina (C) siempre va con la guanina (G), y la adenina (A) con la timina (T). La pareja (C-G) se une mediante tres puentes de hidrógeno mientras que la pareja A-T solo usa dos.

## Abordaje sugerido

Cada uno de nosotros es único y a la vez casi igual al resto de los humanos; tenemos pensamientos, atributos físicos y funcionales que nos hacen diferentes a los demás, sin embargo también compartimos ciertas características con nuestro padre, nuestra madre, nuestros hermanos, nuestros abuelos y el hasta el resto de la humanidad. ¿Por qué?

Las células que conforman nuestro cuerpo nacen, viven, actúan e inclusive mueren en base a información predeterminada que poseemos desde la concepción. Esa información está almacenada en el núcleo celular en forma de ácido desoxirribonucleico (ADN). El ADN está compuesto por pequeños bloques denominados nucleótidos (un azúcar, un grupo fosfato y una base nitrogenada). Existen cuatro tipos de



nucleótidos basados en la base nitrogenada que poseen: guanina, adenina, citosina y timina.

La molécula de ADN está conformada por 2 cadenas en forma de hélices antiparalelas (van en sentido opuesto una de la otra) que se relacionan entre ellas a través de enlaces por puentes de hidrógeno, de tal forma que la adenina de una cadena queda "apareada" con la timina de la cadena contraria y lo mismo ocurriría en el caso de la guanina con la citosina.

¿Pero cómo se transforma la información "escrita" en bases nitrogenadas en productos útiles para la célula? Una secuencia de 3 bases nitrogenadas, denominada triplete, se expresa (a través de ciertos procesos) como un aminoácido, la unidad fundamental de las proteínas.

Y son las proteínas las que llevan a cabo la mayor parte de las actividades vitales para la célula; desde formar parte de su estructura, pasando por ser sustancias de defensa contra microorganismos (inmunoglobulinas) hasta ser encargadas de transformar sustancias fundamentales para la alimentación de la célula (enzimas).

### 🌀 Dinámicas útiles 🌀

Los participantes al dividirse en equipos pueden utilizar pequeñas pelotas que simulen agentes nocivos para el ADN (radiación ultravioleta, virus, radicales libres, etc.) e intentar destruir el ADN del equipo contrario, de tal manera que el juego se vuelve una carrera no sólo contra el tiempo sino de obstáculos también.

### 🌀 Datos curiosos 🌀

El ADN no se encuentra solamente en el núcleo, las mitocondrias (organelos celulares que sirven como motores de la misma) poseen su propio ADN (ADN mitocondrial) que es similar al de algunas bacterias por lo que se piensa que en determinado momento de la evolución una bacteria "se comió" a otra y ese es el origen de las mitocondrias. (Para más información consultar la Teoría Endosimbiótica Seriada).

### 🌀 Modelo de célula 🌀

Utiliza una esfera de espumaplast y dos bandejas del mismo material para realizar un modelo de célula.

Deja caer sobre el modelo unos mililitros de acetona para simular la ruptura de las membranas celulares.







## Determinación del pH

Es posible preparar un indicador casero de pH a partir de hojas de repollo colorado.

Para realizar la preparación se procede a trozar unas hojas de repollo colorado y a macerarlas con etanol durante algunos minutos. Se filtra la mezcla descartando los sólidos. El líquido contiene antocianinas, pigmentos naturales que actúan como indicadores ácido-base.

Coloca las diferentes muestras de agua en tubos de ensayo y agrega unas gotas del reactivo indicador recién preparado.

La gama de colores que muestran los diferentes valores de pH es la siguiente:

color	rojo intenso	rojo violeta	violeta	azul violeta	azul	azul verde	verde azulado	verde	amarillo
pH	< 2	4	6	7	7.5	9	10	12	> 13

De esta manera se puede determinar el pH de las diferentes muestras de agua.

Los valores esperados de pH para muestras de agua dulce están comprendidos entre 5 y 8. Los medios que presentan valores de pH ácido se asocian con medios con altos grados de contaminación.

## Turbidez

Es un parámetro muy importante ya que brinda información acerca de la calidad del agua. Es una medida del grado en que el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

La turbidez puede estar causada por la presencia de tierra, aguas residuales, descarga de efluentes, fitoplancton, crecimiento de algas o sedimentos. Las partículas suspendidas absorben la luz del sol haciendo que las aguas turbias aumenten su temperatura, reduciendo la concentración de oxígeno disuelto. La solubilidad del oxígeno en el agua aumenta al disminuir la temperatura.

Las partículas en suspensión dispersan la luz haciendo que la actividad fotosintética de plantas y algas disminuya, contribuyendo a disminuir aún más la concentración de oxígeno. Además, las partículas suspendidas ayudan a la adhesión de metales pesados y pesticidas.



En general, a mayor concentración de oxígeno disuelto en agua, mejor es la calidad de la misma.

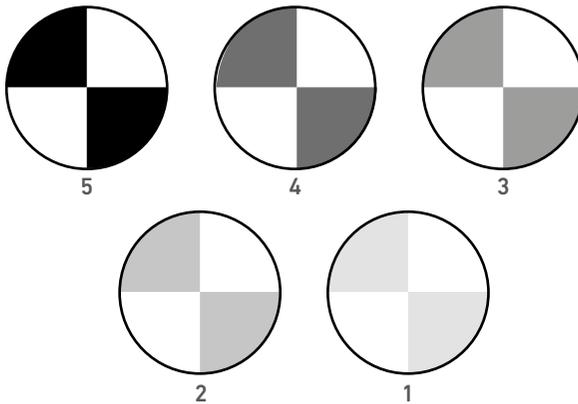
Se puede determinar la turbidez del agua utilizando discos de Secchi.

⇒ **Materiales:**

- Muestras de agua de diferente procedencia
- Tubos de ensayo
- Discos de Secchi

⇒ **Procedimiento:**

- Llena los tubos de ensayo con las diferentes muestras de agua. Agita continuamente para asegurar que los sedimentos queden suspendidos.
- Coloca el tubo de ensayo sobre cada círculo, comenzando con el círculo 5. Mira hacia abajo a través del tubo de ensayo. Si puedes distinguir entre las secciones oscuras y claras, ve al siguiente círculo (4).



El primer círculo en el que no puedas distinguir entre las secciones oscuras y claras constituirá la lectura de la turbidez. Si se puede distinguir entre las secciones oscuras y claras en todos los círculos entonces se tiene agua clara, con escasa turbidez.



## Tensión superficial

Este experimento permite estudiar una propiedad de los líquidos llamada tensión superficial.

La tensión superficial se define como la energía requerida para aumentar el área superficial del líquido en una unidad de área.

El agua tiene una tensión superficial elevada debido a que sus moléculas están unidas mediante unas fuerzas intermoleculares llamadas puentes de hidrógeno.

Las fuerzas intermoleculares que unen moléculas similares unas a otras, como los puentes de hidrógeno del agua se llaman fuerzas de cohesión.

Algunos insectos pueden caminar sobre la superficie de un charco o lago y esto ocurre debido a la fuerza de cohesión que existe entre las moléculas de agua, pareciendo que tuviera una piel.



### Materiales:

- Muestras de agua de diferente procedencia
- Pipeta Pasteur
- Monedas del mismo tamaño



### Procedimiento:

- Realiza una toma de una las muestras de agua utilizando una Pipeta Pasteur.
- Deja caer lentamente las gotas sobre una de las caras de la moneda, contando cada una. Coloca gotas de agua hasta que el agua caiga de la moneda. Registra ese valor.
- Realiza el mismo procedimiento con las restantes muestras de agua.

Si la composición de las muestras de agua es diferente, la tensión superficial variará y por lo tanto la cantidad de gotas de agua que se pueden agregar sobre la moneda varía.



## Absorción de agua

En esta actividad se realizará una copia de los estomas de una hoja.

### ➡ Materiales:

- Una hoja
- Esmalte de uñas incoloro
- Agua
- Pipeta Pasteur
- Porta y cubreobjeto
- Pinza
- Microscopio

### ➡ Procedimiento:

- Esparce en la parte inferior de la hoja (epidermis abaxial) una capa delgada y uniforme de esmalte de uñas incoloro y déjala secar por unos 5 minutos.
- Con la ayuda de una pinza retira, con mucho cuidado, la capa de esmalte.
- Coloca la capa sobre un portaobjeto al que previamente se le puso una gota de agua. Coloca encima el cubreobjeto.
- Observa el preparado en el microscopio.

Los estomas son pequeños orificios o poros y cumplen la función de regular el intercambio gaseoso y la respiración. Se encuentran en las partes verdes aéreas de las plantas.

Cada estoma está formado por dos células especializadas, llamadas células oclusivas. Estas células dejan entre si una abertura llamada poro.

Observando los estomas se puede estudiar, de manera indirecta, el intercambio de la planta con su medio, especialmente de agua.

Cuando los poros están abiertos hay abundante agua en la planta y cuando están cerrado, escasez.



Estoma



## Modelo de estoma

Utiliza un globo y cinta adhesiva para realizar un modelo que permita simular como se cierran y abren los estomas.

Pega dos o tres tiras de cinta adhesiva en la parte ancha del globo, separadas por un par de centímetros.

Infla el globo poco a poco para que adquiera la forma arriñonada. De esta misma manera lo hace un estoma cuando se llena de agua y se abre para permitir el intercambio de gases.

---

## Referencias bibliográficas:

Alberts, B. et al., 2002. *Biología molecular de la célula*. Barcelona: Ediciones Omega S.A.

Ausubel, D. et al., 1983. *Psicología educativa*. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

Brown, T. et al., 2004. *Química la ciencia central*. México: Pearson.

Carr, M., 1984. Model Confusion in chemistry. En: *Research in Science Education*, (14): 97-103.

Córdova, J. et al., 2007. La importancia de las preguntas. En: *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (54).

Cuesta, M. et al., 2000. Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje.

En: *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (26).

Domínguez, X. et al., 2003. El uso de modelos en la enseñanza-aprendizaje de la física.

En: *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (35).

Friedl, A., 2000. *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A.

Gallego A, et al., 2008. El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. En: *Memorias CIIEC*, 4 (2):22-29.

Gil Pérez, D., 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. En: *Enseñanza de las ciencias*, 4 (2):111-121.

Gilbert, J. y Osborne, R., 1980. The Use of Models in Science and Science Teaching. En: *European Journal of Science Education*, 2 (1):3-13.

Gómez, A., 2013. Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología.

En: *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1):11-28.



Herrero, M., 1997. La importancia de la observación en el proceso educativo. En: *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 1(0).

Justi, R., 2006. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2):173-184.

Kreimer, P., 2009. *El científico también es un ser humano*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

Matamala, I. y Román, J., 1995. El dibujo científico como actividad interdisciplinar. En: *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (4).

Nersessian, N., 1992. How do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. En: Giere, R.N. (ed). *Cognitive Models of Science*, pp. 3-44. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Orion, N. et al., 2007. *El Planeta Azul. El Ciclo del Agua en los Sistemas Terrestres*. Israel: Instituto Weizmann de la Ciencia.

Pozo, J. y Gómez, M., 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Sensevy, G. et al., 2008. An Epistemological Approach to Modeling: Cases Studies an Implication for Science Teaching. En: *Science Education*, (92):424-446.

Vigotsky, L., 1988. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.

## Referencias web:





## TERCERA PARTE: AVENTURAS CIENTÍFICAS

En esta sección los invitamos a acercarse a algunos fenómenos científicos fundamentales, a través de experiencias científicas directas y mediante el uso de juegos simbólicos o ejercicios lúdicos que fomenten la participación.

### Actividad 1:

#### Enlaces Quarks

Miguel García Guerrero

#### Principios a revisar:

- Estructura de la materia
- Propiedades de los quarks
- Interacción fuerte
- Libertad asintótica.



#### ⇒ Materiales:

- 3 canicas
- 3 globos del no. 9  
(1 rojo, 1 verde y 1 azul)



#### Procedimiento:

- Introduce una canica en cada uno de los globos. (Figuras 1 y 2)
- Amarra los tres globos entre sí, con un solo nudo. (Figura 3)
- Con ayuda de dos compañeros, poco a poco jalen las canicas para separarlas unas de otras. Observa como la fuerza que las une -resultado de la elasticidad de los globos- aumenta conforme la distancia entre ellas es mayor.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



## Preguntas

¿Sabes de qué están hechos tú y todas las cosas a tu alrededor? ¿Cómo crees que se mantengan unidos los pequeños bloques que forman toda la materia? ¿Habrá una fuerza que los junte? ¿Cómo cambiará al variar la distancia? ¿Qué sucede con la fuerza entre dos imanes conforme los separas? ¿Aumenta o disminuye? ¿Qué ocurre con la fuerza de gravedad ejercida por un planeta sobre un cuerpo que se aleja de él? ¿Crece o se hace menor?

## Marco teórico

En este juego las canicas representan quarks, partículas fundamentales. A continuación hacemos un breve recorrido, partiendo del átomo, para conocer a estas partículas.

El término “átomo” fue acuñado en la antigua Grecia por Leucipo y Demócrito, y significa indivisible. Originalmente se pensó que debía existir una partícula tan pequeña que ya no pudiera ser dividida, pero no se le asignó esta característica a un objeto material específico. Fue hasta inicios del siglo XIX cuando John Dalton, a partir del trabajo de Lavoisier y de sus propios estudios en química, bautiza como átomos a las unidades básicas de los elementos químicos. Sin embargo menos de 100 años después ya se había demostrado que los átomos pueden dividirse, y que tienen estructura interna, pero aún así nos quedamos con el nombre.

El átomo está formado por tres partículas: protones, neutrones y electrones.

Las primeras dos se encuentran en un pequeño núcleo mientras los electrones se distribuyen en niveles de energía en una nube alrededor de él. Originalmente se pensaba que estas tres partículas sí eran fundamentales o indivisibles, pero -hasta donde sabemos actualmente- la única fundamental son los electrones.

Los protones y los neutrones están constituidos por partículas llamadas “quarks”, que se cree son fundamentales. En la mayoría de las situaciones de la naturaleza encontramos dos tipos de quarks, llamados sabores: “up” (arriba) y “down” (abajo). Existen otros tipos, menos comunes, que no son componentes de la materia común pero aparecen en choques de altas energías: son el “top” (cima), “bottom” (fondo), “charm” (encanto) y “strange” (extraño).

Un protón está compuesto por dos quarks “up” y uno “down”, un neutrón se compone por dos “down” y uno “up”. Los quarks tienen la peculiaridad de ser las únicas partículas conocidas cuya carga eléctrica es una fracción de la del electrón. Un



quark “down” tiene 1/3 de la carga del electrón, mientras que el “up” tiene 2/3 de la carga del electrón, pero con signo contrario.

Además, los quarks cuentan con otra propiedad a la que se llama color. Este color, como el sabor, no tiene nada que ver con el concepto cotidiano que asociamos a esa palabra; y algo así como la carga de la interacción fuerte: la más grande de las cuatro interacciones fundamentales de la materia (las otras son: gravedad, electromagnética y débil). De acuerdo a la cantidad de “carga” fuerte, los quarks pueden ser rojos, verdes o azules; y siempre se van a unir -para formar un protón o un neutrón- un quark de cada color. Los quarks pueden intercambiar carga fuerte entre sí, cambiando constantemente de color, siempre que se mantenga el equilibrio de los tres “colores”.

La carga fuerte que tiene un quark se determina por la cantidad de gluones con que cuenta. Los gluones son partículas sin masa que fungen como agentes de la interacción fuerte. El intercambio de gluones, entre quarks, ocasiona que pasen de un color a otro.

Un detalle interesante es que los quarks no pueden encontrarse de manera aislada: entre más los separamos es mayor la fuerza ejercida por la interacción fuerte para mantenerlos unidos, como si se tratara de un resorte. En el caso extremo en que se usa muchísima energía para separarlos, la misma energía que rompe su unión -como aplicación de la ecuación  $E=mc^2$ - se transforma en materia y aparecen nuevas partículas que complementan a los pedazos que quedaron tras la ruptura.

Tal como su nombre lo indica, la interacción fuerte es la más poderosa de las 4 fuerzas existentes en la naturaleza. Cotidianamente no la experimentamos debido a que su acción sólo se presenta dentro del núcleo atómico. Es la fuerza más grande sólo en su “dominio”, fuera de él es como si no existiera, pero sin ella no existiría tal como la conocemos.

### Abordaje sugerido

Los quarks y los electrones son las partículas más pequeñas que hemos podido conocer al estudiar la composición de la materia. Los electrones se encuentran distribuidos en niveles de energía en la parte exterior del átomo, mientras que los quarks forman a los protones y neutrones que se encuentran en el núcleo. Existen dos tipos de quarks en la materia: up (arriba) y down (abajo). Con dos up y uno down se forma un protón, mientras que con dos down y uno up se forma un neutrón. Además hay otros cuatro tipos que se encuentran sólo en situaciones de altas energías, producidas en aceleradores de partículas: charm (encanto), strange (extraño), top (cima) y bottom (fondo).



Las canicas de nuestro juego representan a tres quarks (unidos para formar un protón o un neutrón) y los globos juegan el papel de la interacción fuerte que se encarga de mantenerlos juntos. Entre más separamos entre sí a los quarks, mayor es la fuerza ejercida por esa interacción para mantenerlos unidos. Esto la distingue de otras fuerzas -como la electromagnética o la gravedad- las cuales se hacen más pequeñas si aumenta la distancia.

La interacción fuerte, como su nombre lo indica, es la fuerza más grande de la naturaleza pero tiene la peculiaridad de actuar sólo a distancias muy pequeñas. Fuera del núcleo no podemos percibirla.

Esta fuerza es posible gracias a partículas portadoras, o mensajeras, que se encuentran en los quarks. Como son las encargadas de pegar a los quarks de tres en tres, los físicos les dieron el original nombre de "gluones" (viene de glue, pegamento, y serían algo así como los pegones). Según los gluones que tiene un quark puede ser rojo, verde o azul, aunque esto no significa que sea posible verlos así; pues el color no tiene sentido dentro del átomo. Sólo son rojos, verdes o azules de nombre, como una chica que se llama Blanca aunque su color de piel no sea ese exactamente.

En un protón o neutrón siempre hay un quark de cada color para equilibrarse y mantener la unión. Los quarks pueden intercambiar gluones entre sí -cambiando de color- pero siempre debe haber uno de cada uno. La misma interacción fuerte es la encargada de mantener a los protones y neutrones unidos en el núcleo del átomo pese a la repulsión eléctrica causada por la carga positiva de los protones.

### ⤴ Datos curiosos ⤵

Los protones son partículas de carga eléctrica positiva. En los núcleos atómicos -con la excepción del hidrógeno- hay varios protones en un espacio muy pequeño. Esto resulta contradictorio cuando consideramos que partículas con la misma carga eléctrica se repelen: las partículas positivas cercanas unas a otras crean una fuerza que haría imposible mantener unido el núcleo. A menos que exista una interacción capaz de vencer a la fuerza eléctrica.

Este rol es desempeñado por la interacción fuerte, haciendo posible la unión del núcleo. La energía liberada cuando se rompe un núcleo, como sucede en el reactor de una planta de energía atómica, también procede de la interacción fuerte. Sin la existencia de esta gran fuerza los átomos nunca habrían podido formarse. La materia -tal como la conocemos- no existiría.



## Actividad 2:

### Esparcimiento de partículas

Miguel García Guerrero

#### Principios a revisar:

- Método de esparcimiento de Rutherford para investigar estructura del átomo
- Invisibilidad óptica de objetos subatómicos
- Necesidad de aceleradores de partículas para la ciencia



#### Materiales:

- 20 canicas
- 1 juego de moldes para hacer galletas (Con 3 ó 4 formas diferentes)
- 1 bolsa negra
- 3 barras de plastilina
- 1 pedazo de tela negra de 30 x 30 cm
- 1 lápiz
- 1 hoja de papel



#### Procedimiento:

- Usa la plastilina para rellenar los moldes para hacer galletas. Escóndelos en la bolsa para que los participantes no conozcan sus formas. (Figura 1)
- Con la plastilina restante haz cuatro montículos de unos 5 centímetros de alto y colócalos en el suelo de forma que sean los vértices de un cuadrado de 20 cm de lado. (Figura 2)
- Cubre los montículos con la tela de manera que se forme una pequeña "carpa" que servirá para cubrir los moldes de la mirada de los participantes. (Figura 3)
- Elige uno de los moldes y ponlo debajo de la carpa, preferentemente en el centro. (Figura 4)
- Informa a los participantes que tienen que averiguar la forma de lo que está ahí dentro, sin verlo ni tocarlo directamente con las manos: solo pueden lanzar canicas y ver cómo rebotan. (Figura 5)
- Entrégales el lápiz y el papel para que registren la forma en que rebotan las canicas al ser lanzadas desde diferentes direcciones, buscando integrar datos para dar con la forma del objeto.



$E=mc^2$



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

## Preguntas

¿Sabías que hay cosas tan pequeñas -como los átomos- que no se pueden observar con luz? Si no se pueden ver ¿será posible saber que hay en el interior de los átomos? ¿Cómo hacen los científicos para estudiar lo que no se puede ver?

## Marco teórico

Los seres humanos, con el apoyo de la ciencia y tecnología, estamos acostumbrados a usar microscopios para ver las cosas pequeñas: cristales, microbios y células, por mencionar algunas. Sin embargo la luz, que es base de los microscopios, no puede ayudarnos a ver cosas mucho más pequeñas: como moléculas, átomos o partículas subatómicas. Esto se debe a que la luz es una onda y sólo permite observar objetos más grandes que su longitud de onda (que va de 400 nanómetros en el color violeta a 750 nanómetros en el rojo). Cuando la luz se encuentra con un objeto más pequeño que su longitud de onda, en vez de rebotar en él para permitirnos verlo, simplemente se atraviesa como si no hubiera nada ahí.

El reto para conocer la estructura de la materia se encuentra en que los átomos son más de mil veces más pequeños que la menor longitud de onda de la luz visible. Pero esta complicación no detuvo el espíritu científico para indagar dentro del átomo: a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX al físico Ernest Rutherford se le ocurrió que si hacemos chocar partículas, y observamos cuidadosamente lo que



ocurre después de los choques, podemos conocer sus características. Fue así que bombardeando una lámina de oro con partículas alfa (núcleos de helio) y viendo la forma en que se desviaron después del “choque”, se descubrió que el átomo tiene un pequeño núcleo en donde se concentra la carga eléctrica positiva.

El diámetro del núcleo es 10.000 veces menor al del átomo, pero aún así los científicos conocen muchas cosas sobre su estructura. ¿Cómo lo han logrado? Usando partículas cada vez más pequeñas para bombardear los núcleos y lanzándolas cada vez con más energía. Hoy en día sabemos que los núcleos están formados por protones y neutrones; y estos a su vez están formados por otras partículas llamadas quarks. Los laboratorios que se encargan de averiguar y corroborar estas cosas y otras relacionadas con la física de las cosas muy pequeñas, como el descubrimiento del Bosón de Higgs, se conocen como aceleradores de partículas. En estos lugares se usan gigantescos imanes para acelerar millones de partículas -como protones o núcleos atómicos- y hacerlas chocar unas con otras. A partir de las cosas que aparecen después de los choques, y de la forma en que se mueven, podemos aprender mucho de su estructura y propiedades.

### Abordaje sugerido

A muchos nos ha ocurrido que en la noche se va la electricidad en nuestras casas, nos quedamos a oscuras y no podemos ver las cosas a nuestro alrededor. En estos casos, para ir de una habitación a otra o buscar algo, necesitamos ayudarnos de las manos para encontrar lo que queremos a tientas. Tocamos las cosas para percibir cómo son y dónde están.

Nosotros estamos acostumbrados a ver las cosas con ayuda de la luz, pero cuando queremos estudiar objetos tan pequeños como los átomos esto ya no es posible. Con luz solo podemos ver cosas que midan 400 nanómetros o más, esto es, objetos que sean más de 1.000 veces más grandes que los átomos. Entonces, en ese sentido, cuando quieren estudiar el átomo los científicos están “a oscuras”. Claro está que si son muy pequeños para verlos serán aún más chicos para sentirlos con las manos, pero hay otras formas de “palparlos”.

Cuando quieren estudiar algo muy pequeño, aún más chico que el átomo, los científicos le lanzan partículas para estudiar la forma en que rebotan, los rastros que dejan o las nuevas cosas que aparecen, y así hacerse una idea de sus propiedades. Esta forma de investigar se le ocurrió al físico neozelandés Ernest Rutherford y se conoce como esparcimiento porque tras rebotar las partículas se esparcen de forma particular. Entre más pequeño sea lo que se estudia más pequeñas deben ser las partículas que se lanzan y deben llevar más energía.



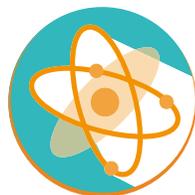
Aunque aquí los objetos que queremos estudiar son visibles a simple vista, los escondemos con ayuda de la tela para hacernos una idea de lo que batallan los científicos para conocer la estructura de la materia a partir de los choques. Claro que aquí realizamos unos 20 o 30 lanzamientos, mientras que en los aceleradores de partículas deben usar miles de millones de choques para poder investigar en las entrañas de la materia.

### 🔗 Datos curiosos 🔗

Los primeros estudios de esparcimiento usaron partículas emitidas naturalmente por materiales radiactivos como el uranio o el torio pero con el tiempo se necesitó lanzar cosas más pequeñas y con más velocidad. Por eso se inventaron los aceleradores de partículas que usan campos magnéticos para ayudar a que las partículas ganen velocidad y puedan chocar con la energía necesaria. Inicialmente los aceleradores tenían un camino de línea recta que no permitía conseguir tanta velocidad pero en la década de 1930 a Ernest Lawrence, en la Universidad de Berkeley, se le ocurrió que si el acelerador daba vueltas podría lograrse una energía mucho mayor. Así nació el ciclotrón, un acelerador tan pequeño que podía ser cargado por una persona pero que se convirtió en modelo de los grandes laboratorios que -como el Gran Colisionador de Hadrones- que cuentan con instalaciones de decenas de kilómetros.

## Actividad 3: Flotación

Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo



### Principios a revisar:

Principio de Arquímedes  
Relación causa – efecto

### ➡ Materiales:

- 1 vaso
- 1 pelota hueca pequeña o un globo
- papel aluminio
- agua



### Procedimiento:

- Llena el vaso con agua y coloca la pelota en la superficie.
- Pide a un voluntario que trate de dejar la pelota en el fondo del vaso. Los participantes observan qué ocurre y discuten sobre lo que pasa. (Figura 1)
- Corta dos pedazos iguales de papel aluminio, de unos 20 cm de largo. Con uno vas a hacer una pelota lo más pequeña posible y con el otro formarás un barquito. Cuando los tengas listos coloca los dos en la superficie del agua. (Figuras 2 y 3)





Figura 1



Figura 2



Figura 3

## Preguntas

¿Por qué la pelota no se queda abajo en el agua? ¿Qué hace que se vaya hacia arriba? ¿Quién aplica la fuerza para moverla? ¿Por qué, si tienen la misma cantidad de aluminio, la pelota se hunde y el barquito se queda sobre la superficie del agua?

## Marco teórico

La causalidad es uno de los principios fundamentales de las ciencias naturales: la relación que existe entre causa y efecto en los fenómenos a nuestro alrededor. Cualquier fenómeno que analicemos es resultado de un factor, o combinación de factores, que pueden explicarse científicamente. De eso se trata precisamente el trabajo de la ciencia, encontrar explicaciones verificables para los fenómenos que nos interesan.

El principio de Arquímedes dice que todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta una fuerza de empuje vertical hacia arriba, igual al peso del volumen de líquido que desplaza en la inmersión. De acuerdo con este principio, si tomamos en cuenta que el cuerpo sumergido y el líquido desplazado ocupan el mismo volumen, la densidad es determinante para la flotabilidad de un objeto.

Densidad se define como la masa de un cuerpo dividida por el volumen que ocupa: entonces los cuerpos con una densidad media menor que la del líquido en que se encuentran van a flotar, mientras los que sean más densos se van a hundir. Cuando tenemos un cuerpo con una densidad cercana a la del líquido, la inmersión será parcial hasta que el empuje hidrostático encuentra un equilibrio con el peso de la parte del objeto que queda encima de la superficie del líquido.

La presión se define como una fuerza dividida en una superficie, o puesto de forma más técnica: fuerza entre área. La función clave de la presión es que aún cuando tengamos fuerzas grandes estas se pueden compensar al distribuirlas en superficies grandes y, por el contrario, una fuerza puede aumentar sus efectos cuando se aplica en un área pequeña.



## Abordaje sugerido

Aunque con frecuencia pensamos que algunos objetos flotan en agua porque son más ligeros -o menos densos- que este líquido esto no nos da una explicación completa para saber por qué si los ponemos en el fondo se mueven hasta llegar a la superficie. Para que el objeto se mueva debe haber una fuerza que lo impulse, la clave para explicarlo está en identificar de dónde sale la fuerza.

Arquímedes de Siracusa fue un gran investigador de la naturaleza incluso antes de que existiera la ciencia moderna. También se hizo muy conocido como el hombre que salió desnudo de su bañera gritando ¡Eureka! cuando se le ocurrió la explicación que relaciona las fuerzas y el volumen en los cuerpos que metemos en agua.

Arquímedes nos dijo que cuando un cuerpo es sumergido en un líquido para poder entrar desplaza un volumen de líquido igual al suyo; ocupa el mismo espacio que el líquido que expulsa. Por la fuerza de gravedad, el peso del líquido desplazado empuja al objeto hacia arriba: si el objeto pesa más que el volumen desplazado se quedará abajo mientras que si su peso es menor, la fuerza de empuje lo enviará a la superficie. Por esto las cosas que metamos en el vaso con agua van a flotar si tienen una densidad menor a la del líquido y se van a hundir cuando su densidad sea mayor.

Cuando metemos la pelota en el vaso con agua vemos que, aunque la dejemos abajo, vuelve a subir gracias al empuje del agua que saca. El barco de papel aluminio no se hunde porque su diseño permite distribuir el peso en un área grande y no alcanza a sacar el agua; caso contrario a la pelota del mismo material, que por su forma y porque tiene ciertos espacios donde el agua puede entrar en ella no puede sostenerse en la parte de arriba.

## Datos curiosos

La densidad del agua pura es de  $1.000 \text{ kg/m}^3$ . La del cuerpo humano, por ejemplo, es de  $950 \text{ kg/m}^3$ , es decir que una persona promedio puede flotar en agua pura. Claro que en esto varía la densidad de las personas según la estructura o sea, la cantidad de grasa en su cuerpo o el grado de desarrollo muscular; incluso la densidad cambia dependiendo de si los pulmones están o no llenos de aire.

## Referencias web:



## Actividad 4:

### Ludi3n

Bertha Michel Sandoval

Edgar Arturo Ramos Rambaud

Miguel Garc3a Guerrero

Dayri Raudales Hern3andez



### Principios a revisar:

Desarrollo del pensamiento cr3tico

Presi3n

Principio de Pascal

Principio de Arqu3medes

Densidad



### Materiales:

- o 1 botella de pl3stico de 1,5 litros, de preferencia de H<sub>2</sub>O
- o 1 gotero de vidrio
- o Agua



### Procedimiento:

- o Antes de presentarte al grupo, llena la botella completamente con agua. (Figura 1)
- o Mete agua en el gotero hasta la mitad, cuidando que sea capaz de flotar en el agua. (Figura 2)
- o Coloca el gotero dentro de la botella, asegur3ndote que 3sta se encuentre llena de agua en su totalidad. Ci3rrala con la taparrosa. (Figura 3)
- o Al apretar la botella el gotero bajar3. (Figura 4)
- o Ensaya hacerlo de manera que no se note cuando presiones la botella.
- o Al inicio de la actividad dile a los participantes que el aparato que tienes es un detector de diferentes tipos de energ3a; el indicador se mueve hacia abajo cuando hay un objeto con energ3a cerca.
- o Pide una persona voluntaria. Frota su cabello con la mano derecha y h3blale al grupo de c3mo con ese proceso le transfieres electricidad est3tica a tu mano, d3ndole energ3a.
- o Haz muchos aspavientos con la mano derecha, como hacen los magos para desviar la atenci3n del p3blico, y toma el aparato por



la parte inferior con la mano izquierda, de forma que puedas apretarlo y soltarlo sin que sea muy notorio.

- Acerca la mano derecha a la parte superior de la botella, moviendo los dedos arriba y abajo. Desliza tu mano hacia abajo mientras aprietas poco a poco la botella, de manera que parezca que la energía en tu mano atrae el gotero y lo hace sumergirse.
- Señala que hay otras formas de energía que pueden activar al aparato e involucra a los participantes en el proceso de usarlas con el detector. Puedes ponerlos a aplaudir, a saltar, a usar un teléfono con bluetooth, etc.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4

## Preguntas

¿Por qué el gotero flota y se sumerge?, ¿Es realmente un indicador de energía?  
¿Es posible influir en él sin tocar la botella? ¿Qué pasa para que se mueva el indicador?

## Marco teórico:

Esta es una actividad del tipo que llamamos “cháchara pseudocientífica”. Algunas actividades, por ser visualmente sorprendentes y a veces plenamente contraintuitivas, se prestan para construir un espectáculo a su alrededor en el cual se lleva al público a creer, al menos al inicio de la actividad, en fuerzas inexistentes o en habilidades sobrehumanas. Así, con uso de terminología científica sacada de contexto, explotamos esta cualidad llevando la demostración al ridículo, a grado tal que el público comienza a dudar de la veracidad de lo que se le está diciendo. Llegado este punto se devela la verdad, destruyendo la ilusión, y dando la explicación real del fenómeno.

Es importante señalar que el uso de este tipo de actividades conlleva una gran responsabilidad: es indispensable aclarar que la primera parte es un engaño, debe especificarse en qué momento termina la ciencia e inicia el engaño.



La finalidad de estas estrategias es mostrar a los participantes que la ciencia no es una actividad exclusiva de unos cuantos, y que basta aprender a formular las preguntas correctas o establecerse objetivos concretos para dar los primeros pasos en el pensamiento científico. También intentamos, con nuestra cháchara científica, hacerles entender que no se puede ni se debe dar fe ciega a los científicos y a la ciencia. Una de las características de ésta es justamente que es demostrable, esto es, debe ofrecer pruebas y convencerte de su veracidad.

Finalmente, y quizá aún más importante, se establece el hecho de que la gente que sabe ciencia puede no estar diciendo la verdad. Esta experiencia pretende crear una actitud de escepticismo inicial ante la nueva información que se le ofrezca. Esperando que, como dice Solbes (2013): “[El individuo esté] informado sobre el tema, sin limitarse al discurso dominante, cuestionando la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas y evaluando la credibilidad de las fuentes [...]”.

En cuanto a la explicación de la actividad presentada: para sumergir un cuerpo en un fluido -gas o líquido- es necesario desplazar la sustancia que originalmente ocupaba ese espacio al que queremos que llegue; mover el fluido para que el objeto en cuestión ocupe su lugar. Por esto, el volumen de líquido o gas desplazado es igual al volumen del cuerpo que se introdujo. El principio de Arquímedes establece que un cuerpo sumergido en un fluido en reposo recibe un empuje vertical hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja.

La densidad es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. La densidad del agua es 1 kg/L, debido a que un litro de este material tiene una masa de un kilogramo. El hormigón, material para la construcción, tiene una densidad de 2 pues un litro de este material tiene una masa de 2 kilogramos. Todo objeto más denso que el fluido en el que se sumerge vence sin problemas la fuerza de empuje que recibe y se hunde.

Entendemos como presión la distribución de una fuerza sobre una superficie en la cual es aplicada, es decir, se trata de la fuerza dividida entre el área en que se aplica. Por ejemplo, cuando estamos parados sobre el piso ejercemos una presión debido a que nuestro peso se distribuye en el área de nuestros pies; entre más grandes los pies será menor la presión, por eso cuando nieva se usan zapatos especiales que distribuyen el peso y evitan que la persona se hunda en la nieve. No todos los materiales reaccionan igual a la presión: los gases disminuyen su volumen (sufren compresión), pero los líquidos casi no se ven alterados en este sentido (básicamente son incompresibles).



El principio de Pascal señala que la presión ejercida por un fluido incomprensible dentro de un recipiente de paredes rígidas se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido; la presión aplicada a un fluido se distribuye de manera uniforme.

### Abordaje sugerido

En caso de que al final de las dinámicas arriba mencionadas nadie haya descubierto el truco, vuelve a intentarlo llevando la situación hasta el ridículo (por ejemplo: "tengo un amigo que es tan inteligente, que puede mover el gotero con su energía mental..."). Si aún así no lo descubren, deberás dar a conocer lo que sucede: confiesa que les estás tomando el pelo para demostrar que somos muy crédulos y más aún cuando se usa un discurso pseudocientífico. Por eso nos pueden estafar con productos maravilla y de muchas formas más. Finalmente aborda los principios científicos del ludión, para que los participantes se lleven una idea clara de lo que ocurre.

Al inicio el peso de gotero es muy pequeño porque la mayor parte de su volumen está lleno de aire, esto hace que sea poco denso y se mantenga a flote. Cuando apretamos el ludión aplicamos una presión que se distribuye en todo el interior de la botella pero, como el agua no se puede comprimir, acaba actuando sólo sobre el aire dentro del gotero.

La presión obliga al aire a ocupar un volumen más pequeño y el espacio que queda libre en el gotero se llena de agua; con esto aumentan su peso y densidad, con lo que el gotero se va al fondo. Cuando soltamos la botella ya no hay una presión que mantenga el aire en un volumen pequeño y al recuperar su tamaño expulsa el agua del gotero; con esto el gotero se vuelve suficientemente ligero para que la fuerza de empuje del agua lo mande para arriba.

### Datos curiosos

El principio de Arquímedes, que explica las fuerzas de empuje de los fluidos, nos ayuda a entender el proceso por el que los submarinos se sumergen y vuelven a subir: contienen grandes cámaras llenas de aire cuando están en la superficie; usan compresores para disminuir radicalmente el volumen del aire y llenar el resto de la cámara de agua cuando desean bajar; para emerger usan los compresores para expulsar el agua, aumentar el volumen del aire y disminuir el peso del submarino para que la fuerza de empuje del agua sea suficiente para enviarlo de regreso a la superficie.

### Referencias bibliográficas:

Solbes, J., 2009. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2):190-212.



## Actividad 5:

### Pelota elevada

Viridiana Esparza Manrique



### Principios a revisar:

Ley de conservación de momento lineal



#### Materiales:

- Un balón de baloncesto
- Una pelota de tenis



#### Procedimiento:

- Bota la pelota de baloncesto en el piso y muestra la altura que alcanza.
- Bota ahora la pelota de tenis.
- Comparen la altura de las dos pelotas.
- Coloca la pelota de tenis sobre la de baloncesto y pide a los participantes que predigan a qué altura llegarán luego de rebotar.
- Con cuidado deja caer las pelotas y observen qué sucede.

### Preguntas

¿Qué pelota bota más alto? ¿Qué pasará cuando deje caer una pelota sobre la otra?  
¿Esperabas que la pelota de tenis se elevara tanto? ¿Por qué la pelota de baloncesto ahora bota más bajo?

### Marco teórico

La Tercera Ley de Newton señala que a toda acción corresponde una reacción, de igual magnitud pero en sentido contrario. Esto significa que cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el segundo aplicará una fuerza igual sobre el primero pero en sentido opuesto. Por eso bota un objeto que lanzamos contra el suelo: en principio al chocar el objeto empuja al suelo hacia abajo y el suelo lo empuja a él con una fuerza de la misma magnitud pero hacia arriba.

Cuando dejamos caer una pelota hecha de material elástico al piso, bota a una altura mayor que la que alcanzan otros materiales del mismo peso que se dejan caer de la misma altura; gracias a la fuerza elástica. En el momento en que la pelota llega al piso el choque hace que se deforme, con lo que el material acumula tensión (como cuando se aprieta un resorte). La tensión ejerce una fuerza para recuperar



la forma original de la pelota y, a la vez, empuja al piso para hacer que la pelota se eleve más de lo que haría solo con su impulso inicial.

El momento lineal se define como la cantidad de movimiento de un cuerpo y se calcula con el producto de la masa del cuerpo por su velocidad en un instante determinado. En un sistema en el que no hay fuerzas externas el momento se conserva, esto es, la suma del momento de todos los cuerpos es constante. Por lo que, en un sistema de dos cuerpos, si uno pierde velocidad el otro la ganará en proporción inversa a la que tengan sus masas.

### Abordaje sugerido

Si un mosquito viaja a la par de un camión de dos toneladas, ambos a 40 km/h ¿cuál de los dos es más fácil de detener? La respuesta intuitiva es que es más sencillo detener al mosquito. Y estamos en lo correcto. Para detenerlos necesitamos vencer su momento, la cantidad de movimiento que tienen, y eso se calcula con el producto de masa por velocidad. Al multiplicar la masa del mosquito por la velocidad que lleva, veremos que su momento es menor que el momento del camión pues la masa de éste es considerablemente más grande.

En el caso de las pelotas, al momento de rebotar, la de baloncesto choca con la pequeña y pierde un poco de su velocidad, razón por la cual bota menos. Esta velocidad es ganada por la pelota de tenis, pero como tiene sólo una fracción de la masa (digamos 1/5) la velocidad se multiplica (en este caso 5 veces), por lo que llega mucho más alto.

### Datos curiosos

En los lanzamientos espaciales se utilizan cohetes por etapas, esto significa que en varios puntos de la ascensión se sueltan algunas partes grandes y pesadas. En este caso, como la masa disminuye, la velocidad debe aumentar para mantener el momento constante, lo cual contribuye a alcanzar la velocidad necesaria para escapar de la gravedad del planeta.

En una partida de billar, un buen jugador es capaz de hacer un tiro en que la bola blanca impacte a otra y la primera se quede quieta. Cuando esto pasa, todo el momento es transferido a la segunda. Un jugador menos hábil no logrará esto y siempre perderá algo de velocidad en la bola impactada.

La definición original de Isaac Newton no es la que nos suelen enseñar en las escuelas: sino que estaba formulada originalmente en términos de momento

$$F = m \cdot a$$
$$F = \frac{dp}{dt}$$

su forma más común solamente funciona cuando la masa es constante



## Actividad 6: Recoge el billete

Edgar Arturo Ramos Rambaud



### Principios a revisar:

Centro de masa  
Balance (equilibrio)

#### ⇒ Materiales:

- Un billete o algún otro objeto pequeño
- Una pared o algún otro soporte vertical y firme (como un árbol frondoso)

#### ⇒ Procedimiento:

- Coloca un billete cerca de una pared.
- Reta a los participantes a que intenten levantarlo cumpliendo las siguientes reglas:
  - i) Sus glúteos y talones deben estar siempre en contacto con la pared.
  - ii) Sus tobillos y rodillas no deben separarse.
  - iii) No se puede flexionar las rodillas.



Nota: Mientras se cumplan estas reglas es imposible que el participante lo- gre recoger el billete, así que se deja a consideración del tallerista el mo- mento y la forma de terminar la actividad. Para incentivar la participación es útil ofrecer un premio, que puede ser el mismo billete.

### ⚡ Preguntas ⚡

- ¿Qué hacemos para poder agacharnos?
- ¿Por qué es tan difícil mantener el equilibrio en la cuerda floja?
- ¿Por qué la Torre de Pisa no se cae?

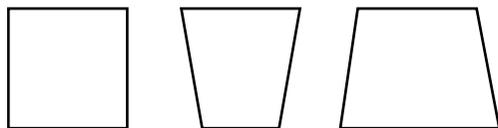
### ⚡ Marco Teórico ⚡

El centro de masa es el punto promedio de la distribución de la masa de un objeto. Algunas veces es llamado también centro de gravedad.

Se llama *línea de gravedad* a la línea vertical que pasa por el centro de masa de un objeto.

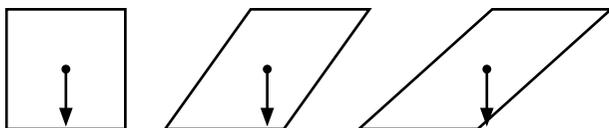
Todos los objetos tienen una base de soporte, esta es el área del cuerpo que se encuentra en contacto directo con el soporte. (Figura 1)





**Figura 1:** Cuerpos con diferente base de soporte

En física, se dice que un cuerpo está balanceado cuando la línea de gravedad se encuentra dentro de la base de soporte. Mientras un cuerpo esté balanceado este no caerá. (Figura 2)



**Figura 2:** Los dos primeros objetos mantienen su línea de gravedad dentro de su base de soporte, por lo que no caerán.

### Abordaje Sugerido

En general se puede decir que los hombres tienen el centro de masa a la altura del ombligo, y las mujeres un poco más abajo<sup>1</sup>. Cuando estamos de pie, de manera natural nuestra línea de gravedad (la línea vertical que pasa por nuestro centro de masa) se encuentra dentro de nuestra base de soporte (el área cubierta por nuestros pies).

Para caminar nos inclinamos un poco hacia delante, desbalanceando ligeramente nuestro cuerpo e iniciando una caída, la que interrumpimos moviendo uno de nuestros pies al frente, cambiando así la base de soporte<sup>2</sup>. Es por eso que cuando nuestro pie no llega a tiempo – porque nos metan una zancadilla o porque nos pisemos la agujeta – generalmente acabamos en el suelo.

En este reto, cuando el participante intenta agacharse para recoger el billete, el centro de masa se sale de la base de soporte, haciendo que se pierda el balance y que se despegue de la pared, rompiendo las reglas. Pero, ¿por qué no caemos cuando nos agachamos normalmente?.

Para poder agacharnos sin caer es necesario que nuestra cadera se desplace hacia atrás, de forma que la línea de gravedad se mantenga dentro de la base de soporte. En este caso la pared nos impide realizar este ajuste, por lo que es inevitable comenzar a caer.

<sup>1</sup> Esto se debe a la distribución de la masa. Los hombres tienden a ser más anchos en la espalda, mientras que las mujeres en la cadera.

<sup>2</sup> Una vez leí que caminar se podría considerar como “una caída continua controlada”



Cuando caminamos en una superficie muy angosta – como una cuerda floja, una barra de equilibrio o simplemente la orilla de la acera – nos vemos obligados a poner un pie delante del otro, reduciendo nuestra base de soporte “a lo ancho”, lo que dificulta mantener el balance.

La Torre de Pisa, aunque inclinada, aún mantiene su línea de gravedad dentro de la base de soporte. Si se añadieran más pisos el centro de masa se desplazaría y, eventualmente, caería.

### **Datos Curiosos**

Cuando sentimos que vamos a caer nuestro cuerpo hace una serie de cosas de forma automática:

1) separamos los pies, 2) nos agachamos y 3) extendemos los brazos. Al separar los pies aumentamos la base de soporte, mientras que agacharnos y extender los brazos baja el centro de masa. Esto último ayuda ya que, mientras más abajo se encuentre el centro de masa, es más difícil romper el balance.

De hecho puede suceder que el centro de masa se encuentre por debajo del soporte, en cuyo caso el cuerpo es extremadamente estable. Este principio es usado en los autos de Fórmula 1, que son diseñados para tener su centro de masa por debajo del pavimento, lo que les permite tomar curvas pronunciadas a alta velocidad con un riesgo de volcadura reducido<sup>3</sup>.

Existen también varios juguetes que hacen uso esto para sorprender y divertir. Por ejemplo un ave que se balancea en la punta del dedo (Figura 3), un jinete de madera que no se cae (Figura 4) o un truco con dos tenedores y un mondadientes (Figura 5).

### **Referencias web de las figuras:**



**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**

<sup>3</sup> Esta es también la razón de que los vehículos todo terreno – que son diseñados más altos para facilitar su desplazamiento en terrenos abruptos – sean tan inestables y susceptibles a terminar de costado.



## Actividad 7:

### Reto a la gravedad

Dayan Bernal Miranda



#### Materiales:

- o 1 botella 400 mL (Con agua)
- o 1 carrete de hilo o un tubo de pluma vacío
- o 1 metro de cuerda delgada
- o 1 borrador pequeño
- o 1 rollo de cinta adhesiva



#### Procedimiento:

- o Amarra un extremo de la cuerda al cuello de la botella.
- o Haz pasar el otro extremo por el carrete y amárralo al borrador.
- o Cubre el amarre del borrador con cinta adhesiva, de forma que quede bien asegurado.
- o Coloca la botella en el suelo y reta a los participantes a levantarla, cumpliendo tres reglas:
  - i) Lo único que pueden tocar es el carrete.
  - ii) No se puede recorrer el carrete al extremo para tocar el borrador.
  - iii) No se puede enredar la cuerda de ninguna forma.



Figura 1

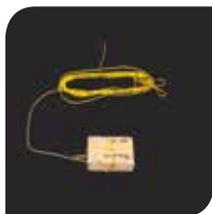


Figura 2



Figura 3



Figura 4

Dispositivo completo



## Preguntas

¿Qué pesa más el borrador o la botella? ¿Podrá el borrador levantar el peso de la botella? ¿Necesita algún tipo de ayuda? ¿Cómo se la podemos dar? ¿Qué tipo de fuerza puede ganarle a la gravedad para levantar la botella?

## Marco Teórico

En la Tierra todo está en constante movimiento y cualquier movimiento se explica con las 3 leyes de Newton o también conocidas como las leyes del movimiento. Estas leyes tienen relación con la fuerza y la masa de los objetos, pero ¿qué es la fuerza?

La fuerza cotidianamente la vemos como los jalones o empujones con que movemos las cosas. Para la física se trata de la acción o influencia que modifica el estado de reposo o de movimiento de un objeto: lo acelera. Siempre que haya una interacción entre dos objetos, habrá una fuerza actuando en cada uno de ellos. Cuando la interacción termina, los objetos ya no experimentarán la fuerza por lo que podemos concluir que las fuerzas solo existen como el resultado de una interacción.

¿Y qué es la masa? Por masa nos referimos a cantidad de materia en un cuerpo. Entre más masa tiene un cuerpo será más difícil cambiar su estado de movimiento, tiene una mayor inercia. Un camión tiene mucho más inercia que una canica con la misma velocidad, siendo mucho más difícil cambiar el estado de movimiento del camión. La Primera Ley de Newton señala que los cuerpos tienden a mantener su estado de movimiento, y entre mayor sea su masa más difícil será cambiarlo.

Para relacionar los conceptos de fuerza y masa Isaac Newton propuso su Segunda Ley: la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, e inversamente proporcional a su masa.

Finalmente, la Tercera Ley de Newton indica que para toda acción corresponde una reacción de igual magnitud pero en sentido contrario. Esto quiere decir que cuando un cuerpo 1 aplica una fuerza sobre objeto 2, el objeto 2 aplica una fuerza de la misma magnitud pero en dirección opuesta sobre el cuerpo 1. Por eso podemos hacer movimientos como caminar y brincar: en primera instancia lo que hacemos es empujar al piso y éste, a su vez, nos empuja con la misma fuerza en dirección contraria para hacer que nos movamos.

Cuando un objeto da vueltas en círculos se hace presente una aceleración aunque la magnitud de la velocidad no necesariamente cambia. Para cambiar constante-



mente su dirección se ejerce una fuerza desde un objeto en el centro del círculo que forma al dar vueltas, lo cual genera una aceleración centrípeta. Es lo que pasa con una pelota amarrada a un hilo que nos permite darle vueltas. En contraparte se encuentra una fuerza ficticia, la centrífuga, que tiene que ver con los efectos sobre el cuerpo que da vueltas: si el hilo del ejemplo anterior se rompe, la pelota saldrá volando hacia afuera por acción de la centrífuga. El valor de esta última aceleración es igual al producto del radio del círculo descrito en las vueltas y el cuadrado de la velocidad angular (el número de vueltas que se completan en cierto tiempo).

### Abordaje Sugerido

Ya enfrentamos el problema, intentamos de muchas formas y llegamos a una solución. Ahora vamos a hablar de por qué algunas opciones no sirvieron y hubo una que nos ayudó a levantar la botella.

Para resolver el reto debemos tomar el carrito y recorrerlo lo más que podamos en dirección a la goma, sin llegar a tocarla. A partir de ahí lo vamos moviendo de forma circular hasta que el borrador empiece a dar vueltas, con una trayectoria que formará un círculo con el carrito en el centro.

Con este movimiento en círculos, el borrador adquiere una aceleración centrífuga, que la hace describir "órbitas" cada vez más grandes. Esto se debe a que en su movimiento la goma ejerce una fuerza ficticia hacia afuera; "trata" de escapar, cosa que pasaría si cortáramos el hilo. Entre más grandes sean las órbitas, mayor será la aceleración de la goma y por lo tanto la fuerza centrífuga. Cuando la fuerza centrífuga de la goma es mayor a la fuerza de la gravedad sobre la botella, ésta empieza a elevarse.

### Datos curiosos

Alguna vez habrás estado en un vehículo (un carro o un camión) que se mueve rápidamente y al dar una vuelta pronunciada hacia un lado sientes como que tu cuerpo se va hacia el otro. Esto ocurre por la tendencia de nuestro cuerpo (y de todos los objetos en el Universo) a mantener su estado de movimiento, la inercia.

Lo mismo pasa con otros cuerpos al moverse en círculos: generando una aceleración centrífuga. Como no se trata una fuerza aplicada por nadie, sino que surge de la inercia, se dice que se trata de una seudofuerza o fuerza ficticia.

### Referencias web:



PARA RECORTAR Y PEGAR  
DONDE MÁS TE GUSTE





**educa**  
**STEM** Educación en STEM  
para el Desarrollo  
de las Américas  
Iniciativa de la Organización de los Estados Americanos



Organización de los  
Estados Americanos | Más derechos  
para más gente

ISBN 978-9974-8530-0-3



9 789974 853003

ISBN 978-9974-8500-9-5



9 789974 850095