

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Filosofía



Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro



Filosofía de la ciencia para niños

Guía del maestro

Que como parte de los requisitos para obtener el título de Licenciado en Filosofía

Presenta

Fátima Chávez Miguel

Dirigida

Dr. Mauricio Ávila Barba

Santiago de Querétaro, Qro. Octubre 2013.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

FILOSOFÍA DE LA CIENCIA PARA NIÑOS

**Módulo encauzado a la enseñanza de perspectivas reflexivas de la ciencia, de
manera vivencial e indagatoria**

GUÍA DEL MAESTRO

CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA NIÑOS

Desarrollada por la Facultad de Filosofía de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), a través de la Coordinación de la Licenciatura en Filosofía, en colaboración con el área de Ciencia y Tecnología para Niños (CTN) del CONCYTEQ.

FILOSOFÍA DE LA CIENCIA PARA NIÑOS



GUÍA DEL MAESTRO

Prólogo

Desde 1988, el Centro Nacional de Recursos Científicos (NSRC) promueve los programas de Ciencia y Tecnología para Niños (CTN) y Ciencia y Tecnología para Secundaria (STN/S). Estos proyectos de *ciencia vivencial* tienen el objetivo, por un lado, de proveer a los estudiantes experiencias estimulantes en las ciencias físicas, en las ciencias de la vida y de la tierra; por otro lado, de proporcionar a los niños la oportunidad de aprender conceptos adecuados a su edad, desarrollar habilidades, actitudes científicas y hábitos de pensamiento para la solución de problemas.

Bajo los lineamientos expuestos anteriormente, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ), conjuntamente con la facultad de Filosofía de la Universidad Autónoma de Querétaro, ha elaborado una Guía de profesores encauzada a la enseñanza de perspectivas reflexivas de la ciencia, de manera vivencial e indagatoria. La guía tiene el objetivo de introducir a los estudiantes en la reflexión del método científico, la problematización de nociones tales como ‘hipótesis’, ‘inducción’ y ‘deducción’, entre otras, y esto se hace bajo la secuencia de actividades filosóficas sugerida por la UNESCO para la impartición de la filosofía en niños.

Una de las principales preocupaciones de la UNESCO, es formar ciudadanos con un pensamiento autónomo y responsable, para que asuman un sentido crítico en la toma de decisiones. Como se menciona en el libro, *Filosofía; una escuela de la libertad*; cada una de las personas que se va construyendo en nuestra sociedad, tiene el derecho y la responsabilidad de pensar mediante una formación educativa que le permita desarrollarse para la vida y el trabajo, porque de esa manera transformamos nuestra sociedad entre la libertad y el cuidado que tenemos de nuestras acciones.

En la actualidad, hemos dado a la ciencia un lugar fundamental, tanto en el sistema productivo, como en la vida cotidiana en general. Parece difícil comprender el mundo moderno sin entender el papel que la ciencia y la tecnología cumplen. La población necesita de una cultura científica para aproximarse y comprender la complejidad de la realidad contemporánea, para adquirir habilidades que le permitan desenvolverse y relacionarse con el entorno, con el mundo de trabajo, de la producción y del estudio. La ciencia ya no pertenece a una sola elite, porque la sociedad se ha percatado de su influencia en temas como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte, los medios de comunicación, y, en muchas otras áreas sociales en que la ciencia brinda sus conocimientos para mejorar las condiciones de vida del ser humano.

La enseñanza de la filosofía de la ciencia tiene la tarea de fomentar el dialogo y pensamiento independiente para que los niños (pensadores y actores de un mañana) se cuestionen; busquen por sí mismos- con una actitud exigente por el saber- las respuestas a sus porqués, y así, vayan apropiándose el mundo a través del descubrimiento.

Filosofía de la Ciencia para Niños, se presenta con la finalidad de introducir a los estudiantes en los planteamientos de la ciencia desde distintas perspectivas filosóficas, para que con ello conozcan *grosso modo* cómo la ciencia se pregunta, plantea y responde problemas, e identifiquen las relaciones existentes entre dichos planteamientos con su entorno social y su vida cotidiana.

Los temas de la guía se decidieron considerando los planes de estudio de nuestro país y las unidades del Sistema de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) que ya se aplican en el estado de Querétaro desde Octubre de 2010. Las unidades del programa están enfocadas a trabajar temas de química y biología. Sin embargo, en estos módulos no está establecido un tiempo para la reflexión de la ciencia, el método científico y sus procedimientos. De ahí, que surja la idea de elaborar una guía de filosofía de la ciencia que introduzca a los estudiantes a la reflexión, diálogo y análisis de la ciencia desde distintas perspectivas filosóficas.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres y hermanas por la confianza, quienes a pesar de las peripecias de los últimos años han estado conmigo apoyándome y animándome a seguir adelante con mis proyectos. A ustedes querida familia, dedico el resultado de dos años de trabajo.

A mis buenos amigos; Jorge Vélez, Imanol Martínez, Diego Palacios, Fernanda Arias, Aleida García, Gamaliel Hernández, Luceli León y Noeli León, es hermoso que nuestras vidas hayan podido estar de acuerdo.

Agradezco profundamente al Dr. Mauricio Ávila Barba por ser colaborador y director de la guía: *Filosofía de la ciencia para niños*.

Introducción

La palabra filosofía significa amor a la sabiduría o amor por el saber. Para los griegos era ésta la forma en que se nombraba el interés apasionado que los hombres debían sentir por el saber, pero no se trataba de saber muchas cosas, sino del poder que tiene el hombre de preguntarse acerca de la realidad, por medio del pensamiento. En congruencia con lo anterior, la definición de filosofía que se ha deseado reflejar en este módulo, debe entenderse desde la *crítica*; es decir, que se caracteriza por una labor reflexiva y metódica de nuestras experiencias y del entorno en que vivimos.

Muchos filósofos se han planteado la idea de no excluir de la enseñanza de la filosofía a los niños e introducirlos a la tarea del pensamiento desde edades más tempranas. Epicuro, por ejemplo pensaba que nunca es demasiado tarde o demasiado temprano para filosofar. Otros filósofos como Karl Jaspers¹ o Michel Onfray², consideran que el niño es “espontáneamente filósofo”, por esa capacidad de cuestionarse, por sus incesantes “*porqués*”.

Pero ¿por qué hablar de la filosofía? y más aún ¿por qué filosofía de la ciencia? Considerando que nuestra sociedad se encuentra caracterizada por la ciencia y la tecnología, merece que hagamos énfasis en la reflexión y el pensamiento crítico de nuestro mundo *techo-científico*, para cuestionarnos acerca del entorno en que vivimos y analizar cómo nos vemos a nosotros mismos en él. El filósofo argentino José Pablo Feinmann, nos dice de una manera breve y acertada por qué es pertinente pensar a la ciencia.

Las ciencias no se preguntan por sí mismas qué es la física, qué es la química, etc. Cuando lo hacen, tenemos filosofía de las ciencias. Cuando preguntamos qué es la anatomía, cuando preguntamos qué es la genética, cuando preguntamos qué es el átomo, no estamos haciendo una pregunta científica, estamos haciendo una pregunta filosófica. [...] “La ciencia no piensa” y esto significa que no se piensa a sí misma, sino que va hacia delante descubriendo lo verificable. [...] Pero la pregunta del por qué y del para qué de la ciencia o de las distintas disciplinas es una pregunta que corresponde a la filosofía.³

Siguiendo a Feinmann, debemos hacer la aclaración de que con las siguientes lecciones que conforman esta guía, no se pretende hacer de los estudiantes: biólogos, físicos, químicos, etc. Nuestro interés está más bien puesto en formar estudiantes capaces de comprender y analizar los pasos de una investigación científica, esto, desde el momento de la observación, la formulación de una pregunta, el uso del método inductivo o deductivo, la experimentación, la hipótesis y el

¹ Filósofo y psicólogo alemán

² Filósofo y escritor francés fundador de la Universidad Popular de Caen (Francia)

³ José Pablo Feinmann, ¿Qué es la filosofía?

descubrimiento. Por otro lado, también se pretende que reconozcan a la ciencia como parte de la sociedad y de la vida actual, que tengan un acercamiento con el saber científico y filosófico para que se pregunten el qué y el para qué de la ciencia.

La enseñanza de la filosofía tiene la tarea de que los niños (pensadores y actores de un mañana) se cuestionen; busquen por sí mismos –con una actitud exigente por el saber— las respuestas a sus porqués, y así ellos vayan descubriendo el mundo. Por lo tanto, la enseñanza de la filosofía y su práctica merecen incluirse en los programas de estudio de nuestro país, pues como se menciona en el libro *Filosofía; una escuela para la libertad* publicado por la UNESCO: cada una de las personas que se va construyendo en nuestra sociedad tiene el derecho y la responsabilidad de pensar mediante una formación educativa que le permita desarrollarse para la vida y el trabajo, porque de esa manera transformamos nuestra sociedad entre la libertad y cuidado que tenemos de nuestras acciones. Por ello, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, en su labor de enriquecer los planes de estudio de los niveles de preescolar, primaria y secundaria, ha tomado acciones para enriquecer la formación de la niñez queretana, y en coordinación con la Universidad Autónoma de Querétaro, se introduce la presente guía del maestro “Filosofía de la ciencia para niños”.

Objetivo General

El módulo de Filosofía de la Ciencia para Niños introduce a los estudiantes en los planteamientos de la ciencia y la tecnología desde distintas perspectivas filosóficas, para que con ello conozcan *grosso modo* cómo la ciencia se pregunta, plantea y responde problemas; identifiquen las relaciones existentes entre dichos planteamientos con su entorno social y su vida cotidiana. Siendo así, el objetivo general del módulo es introducir a los estudiantes del sexto año de educación básica al diálogo, análisis e interrogantes sobre la sociedad contemporánea, para fomentar la reflexión crítica y pensamiento independiente.

Objetivos particulares

Conocimientos

- Definir qué es la ciencia y la filosofía
- Reconocer el método científico
- Reconocer la ciencia en la sociedad

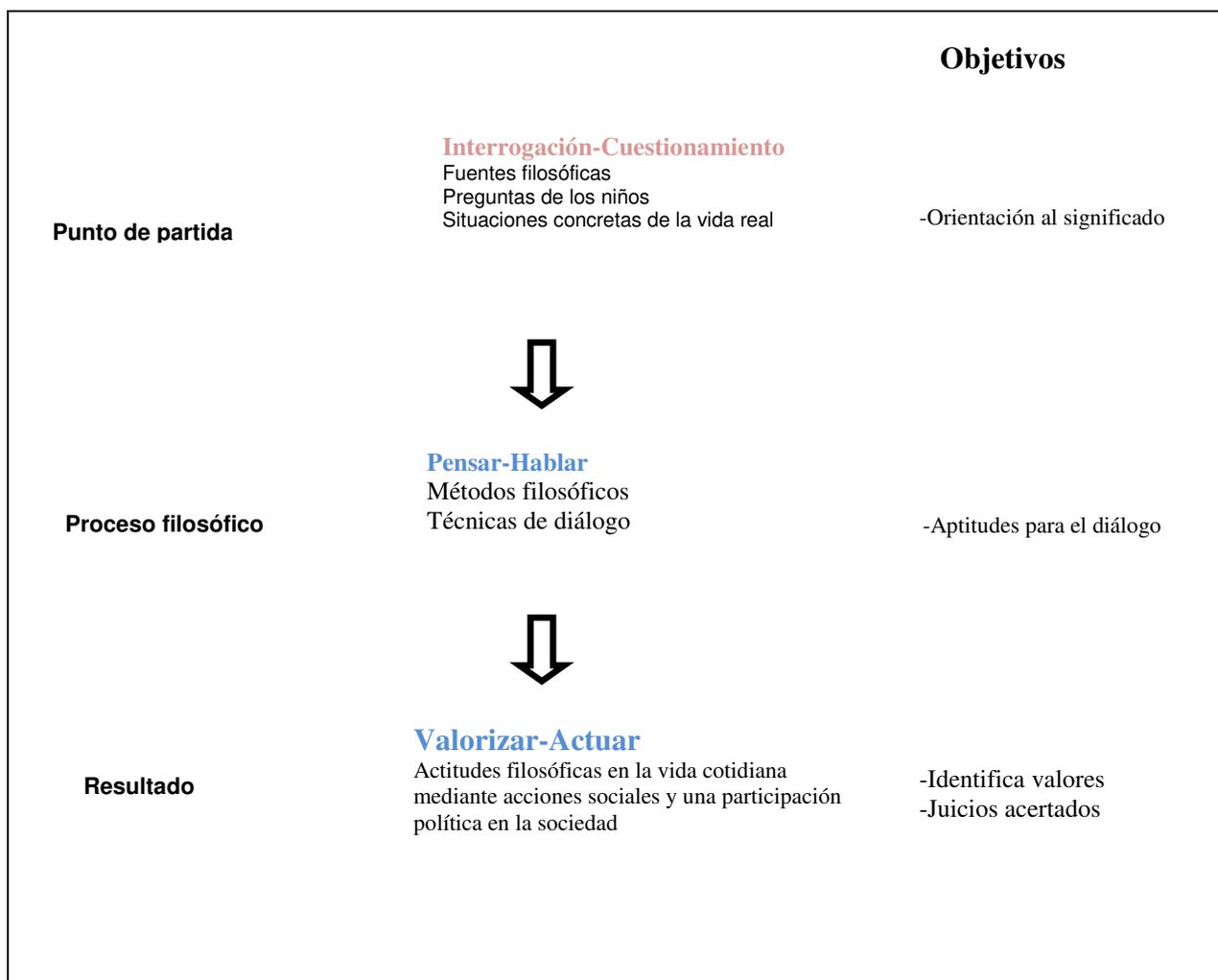
Habilidades

- Impulsar las capacidades de análisis y de síntesis
- Fomentar las capacidades de crítica y de valoración
- Fomentar la capacidad de diálogo y de debate
- Impulsar la capacidad de planteamiento y resolución de problemas

Actitudes y Valores

- Fomentar una actitud crítica, reflexiva y comprometida de los asuntos científicos.
- Impulsar una personalidad autocrítica, positiva, curiosa y abierta ante las diversas situaciones que puedan presentarse en su entorno.
- Incentivar una actitud perseverante en sus actividades, a fin de que los estudiantes puedan obtener los resultados deseados.
- Generar curiosidad por conocer el entorno y disposición para intercambiar los conocimientos adquiridos.
- Disposición para el trabajo en equipo
- Promover una actitud pro-social.

Secuencia de actividades filosóficas en los niños, según la UNESCO⁴



⁴ *La filosofía, una escuela de la libertad* © UNESCO, edición en español 2011.

Metodología

ENSEÑANZA DE LA FILOSOFÍA PARA NIÑOS

Ejes principales	La filosofía frente a los problemas del mundo: diálogo, análisis e interrogantes sobre la sociedad contemporánea.	La enseñanza de la filosofía: fomentar una reflexión crítica y el pensamiento independiente.	La promoción de la investigación y del pensamiento filosóficos
Pertinencia	-El mundo cambia constantemente, así como las culturas, las modalidades de intercambio de los saberes y las interrogantes.	-Corresponde al individuo buscar en sí mismo las capacidades que exige el ejercicio reflexivo.	-La enseñanza de la filosofía como necesaria e indispensable.
Filosofía aquí y ahora	-Actualmente vivimos en una sociedad modelada por la ciencia y la tecnología.	<p>-Ético: Ayudar a los niños en su búsqueda, proponiéndoles situaciones en las que desarrollen las herramientas de pensamiento que les permitan comprender su relación con el mundo, con los demás y consigo mismos.</p> <p>-Cuestión política: Consiste en articular estrechamente el aprendizaje de la democracia.</p> <p>-Cuestión psicológica: los niños se interesan, ante todo, por problemas existenciales, antropológicos, metafísicos y éticos, sobre los cuales piensan sus propias experiencias reales de la vida.</p> <p>-Cuestión de voluntad: La aptitud de los niños para filosofar y observar lo que ocurre cuando se crean las condiciones que emerjan la reflexividad es una actitud interesante y rica.</p> <p>-Cuestión de desafíos: Una dinámica de intercambio sobre las cuestiones que le plantea la vida.</p> <p>-Cuestión de enfoque: El alumno como filósofo aprendiz, en sus modalidades de aprendizaje y en sus dificultades.</p> <p>-Cuestión relativa a las modalidades del aprendizaje del filosofar: La discusión como un proceso interactivo en el seno del grupo, con intercambios verbales sobre un tema determinado, que se lleva a cabo bajo la autoridad intelectual del maestro.</p>	-Es posible que el impacto de la filosofía sobre los niños no se valore inmediatamente, pero su impacto sobre los adultos de un mañana, propicia la mutación de una sociedad más rica y de mejores prácticas.

Es importante que los estudiantes tengan claro qué es lo que se espera de ellos, indicarles qué conocimientos, habilidades, actitudes y valores irán desarrollando con la aplicación de la unidad:

Filosofía de la ciencia para niños.

- Enfocar a los estudiantes al tema de la ciencia, esto se hace; rescatando sus conocimientos previos y conociendo las preguntas que ellos se plantean.
- Animar y promover el intercambio de ideas entre los alumnos del aula.
- Ejercicios de problematización, que les conduzcan a interrogar sus opiniones, a identificar sus fundamentos y a examinar sus consecuencias.
- Ejercicios de conceptualización, que les permitan apropiarse de los nombres para llamar correctamente cada evento ó proceso científico.
- Ejercicios de argumentación, que les sirvan para dar explicaciones lógicas y veraces.
- Ejercicios de indagación, que les incite a ser curiosos y a buscar por ellos mismos las respuestas a sus porqués.

Lista de materiales

Del estudiante:

- Un cuaderno profesional de rayas, de 100 hojas (al que llamaremos: *libreta de ciencias*)
- Un lápiz del número 2 y un bolígrafo
- Una caja de lápices de colores de madera
- Una goma para borrar
- Un pegamento líquido o un lápiz adhesivo (no tóxicos)
- Una regla graduada de 30 cm
- Un sacapuntas
- Unas tijeras de punta redonda
- Dos pliegos de cartulina

De uso grupal:

- Pizarrón o pintarrón
- Una mesa de trabajo
- Gises o plumones
- Borrador
- Un paquete de cien hojas en blanco
- Pelota pequeña
- Revistas y periódicos
- 8 vasos transparentes de plástico
- 4 cucharas soperas de colores: verde, café, morado, rojo
- 100 gramos de detergente
- 100 gramos de azúcar
- 100 gramos de sal
- 50 gramos de quinina o de café amargo
- 100 hisopos

- ❑ Una jarra con agua de 1 a 2 litros
- ❑ Colorante artificial
- ❑ Lupas*
- ❑ 100 hisopos
- ❑ Un rollo de papel absorbente
- ❑ Una franela para limpiar
- ❑ Cuchillo
- ❑ Cuatro platos de plástico
- ❑ Tres velas de distintos tamaños (chica, mediana, grande)
- ❑ Tres candelabros para sostener las velas
- ❑ Un florero alto de cristal con un diámetro de aproximadamente 15 cm
- ❑ Un encendedor
- ❑ Una pecera rectangular de veinte litros
- ❑ Diez Ligas
- ❑ Seis globos
- ❑ Tres clavos
- ❑ Cuarenta centímetros de tubo delgado
- ❑ Un par de guantes de hule
- ❑ Una navaja o cutter
- ❑ Una pieza de ámbar
- ❑ Prenda de lana
- ❑ Cincuenta sorbetes (popotes)
- ❑ Papel aluminio
- ❑ Tres pares de vasos; plástico, cartón, y unicel de diferentes tamaños.
- ❑ Paquetes de cuerdas de algodón de uno, dos y tres metros*
- ❑ Paquetes de cuerda de plástico de uno, dos y tres metros*
- ❑ Paquetes de cuerda de lana de uno, dos y tres metros*
- ❑ Quince agujas
- ❑ Cubos soma*
- ❑ Tres cronómetros

* La cantidad de estos materiales por paquete o unidad, es de uso individual y debe adecuarse a la cantidad de estudiantes a quienes va dirigida la aplicación.

➤ Un juego de copias para cada estudiante de las siguientes lecturas e imágenes impresas.

- ❑ Cuestionario
- ❑ La ciencia en mi entorno
- ❑ Test vocacional
- ❑ Ciencia y curiosidad
- ❑ Plantilla de imágenes
- ❑ 1° parte: El carbunco azul
- ❑ 2° parte: El carbunco azul
- ❑ 3° parte: El carbunco azul
- ❑ El Eureka de Arquímedes
- ❑ El teletrófono de Meucci
- ❑ Plantillas I y II, con las figuras de las posibles combinaciones del cubo de soma.

➤ Equipo y material audiovisual

- ❑ Televisión y DVD
- ❑ Proyector
- ❑ Computadora
- ❑ Video en CD del documental “*Mentes brillantes*”
- ❑ Disco con diapositivas Lección 6
- ❑ Disco con diapositivas Lección 8
- ❑ Disco con diapositivas Lección 12
- ❑ Video en CD del documental “*Historia de la electricidad*”
- ❑ Disco con diapositivas Lección 14

➤ Materiales perecederos y de uso domestico

Estos materiales pueden ser reunidos y adquiridos con la colaboración de los estudiantes.

- Jugo de 5 limones
- Manzana
- Limón entero
- Hielos
- Bolsa de plástico
- Dos botellas transparentes de Pet medianas, con tapa.
- 4 monedas de 1 peso

Contenido

Apartado	Página
Prólogo	4
Agradecimientos	6
Introducción	7
Objetivo general	9
Metodología	11
Lista de materiales	13
<hr/>	
1 - ¿Por qué la necesidad de entender el mundo?	18
2 - La ciencia en mi entorno	24
3 - El científico y la ciencia	27
4 - La curiosidad	30
5 - El trabajo científico	32
6 - Primer paso: formular una o varias preguntas	37
7 - El papel de la observación en la ciencia	40
8 - La inducción	44
9 - La deducción	49
10 - Hipótesis	56
11 - Experimentación	61
12 - Explicación: ¿Qué podemos decir de los experimentos?	69
13 - Descubrimientos	73
14 - Serendipia	78
15 - El teléfono: un fantástico descubrimiento	81
16 - La investigación	86
<hr/>	
Lecturas complementarias y anexos	93
Cuestionario	94
La ciencia en mi entorno	97
Ciencia y curiosidad	99
Imágenes	101
El carbunco azul, primera parte	102
El carbunco azul, segunda parte	110
El carbunco azul, tercera parte	119
El Eureka de Arquímedes	123
El teletrófono de Meucci	126
Dibujos I y II	127
Bibliografía	128

LECCIÓN 1

¿Por qué la necesidad de entender el mundo?

Introducción

Habitamos un mundo amplio y diverso del cual muy difícilmente llegaremos a conocer la totalidad, si acaso, conoceremos una parte no muy grande de lo que es la tierra, de lo que hay en el fondo del mar, de lo que es la vida celular o más ambicioso aún es querer conocer el espacio exterior, o, qué otra cuestión de fondo podrían tener los viajes espaciales sino fuera la intriga de querer entender cómo funciona el universo, de querer saber qué hay más allá de nuestra superficie terrestre. Por eso la primera pregunta que planteamos es ¿por qué la necesidad de entender el mundo?, pregunta que nos sirve también de introducción al tema de ésta guía.

Es cierto que a lo largo de estos años de escuela, los estudiantes se han ido relacionando con la ciencia, por lo tanto, podrían enlistar qué actividades están englobadas dentro del término ciencia, pero vamos paso a paso. En lecciones posteriores revisaremos qué es lo que hace de algo una ciencia. Lo que primeramente nos interesa es investigar de qué forma los estudiantes dan respuestas a preguntas cotidianas y cómo en ellas podemos ver reflejada la adopción de respuestas científicas. Para que los estudiantes identifiquen más claramente qué tipo de respuestas se pueden obtener y por qué no toda respuesta, es una respuesta científica, haremos una comparación considerando al menos tres diferentes direcciones o formas de respuesta, tres tipos de saberes desde los cuales el hombre se pregunta y se responde *sobre lo que hay* en el mundo: el sentido común, la ciencia y la filosofía.

Objetivos

Reconocer qué es una respuesta científica y cómo se diferencia de otros tipos de respuesta, para ello, habrá que hacer una comparación con las preguntas y respuestas del sentido común y de la filosofía.

Conocimientos

Que los estudiantes identifiquen por lo menos tres formas en las que pueden formular una respuesta, haciendo una comparación entre las respuestas científicas, las de sentido común y las filosóficas.

Habilidades

Capacidad para comprender y considerar perspectivas diferentes

Aptitudes

Utilizar su propio juicio al momento de dar una respuesta, más que simplemente repetir en base a las opiniones de otros.

Antecedentes

Alguna vez te has preguntado por qué no hay otro igual a ti, con tus mismos gustos, color de piel, color de ojos o estatura; o te has cuestionado sobre los fenómenos que ocurren a tu alrededor, por ejemplo, sabes por qué llueve, por qué hace frío o calor, o por qué sale el sol cada mañana; o, ¿te has dado cuenta que nuestros sentidos algunas veces nos engañan? por ejemplo, cuando vemos una torre a lo lejos y parece ser cuadrada, pero luego al verla de cerca resulta ser redonda, o el lápiz que sumergido en agua parece estar roto. Estas y muchas otras preguntas que para nosotros podrían ser triviales han sido cuestiones que pusieron a trabajar a científicos y filósofos.

En nuestra vida diaria, hacemos y decimos cosas que son conocimientos de *sentido común*, por ejemplo: si vemos que llueve y que la lluvia moja, nos resguardarnos; bebemos líquidos porque con ellos saciamos nuestra sed; si sentimos hambre nos alimentamos; distinguimos entre si es correcto, o no, copiar en un examen, también podemos elegir entre una cosa u otra debido a que tenemos la posibilidad de prever lo que sucederá. Nuestro sentido común está compuesto por la adopción de hábitos, costumbres, preferencias y quehaceres, etc. que vamos adquiriendo a través de los sentidos y la experiencia personal, la lectura de libros, la conversación con los otros, o por la imitación de lo que vemos o compartimos con las personas; todos estos factores nos permiten vivir en sociedad.

Debemos recalcar y hacer notar que cotidianamente damos por verdadero el conocimiento de *sentido común* porque no vemos la necesidad de cuestionarnos sobre éste. Todos los días hacemos cosas, guiados por *sentido común*, tan básicas como tomar alimentos, prender el televisor, usar el teléfono o algún medio de transporte. La pregunta ahora es; ¿por qué nos alimentamos? ¿Cómo funciona el televisor? ¿Cómo funciona el teléfono? por ejemplo, la respuesta más obvia sobre nuestra alimentación, sería decir que lo hacemos porque sentimos hambre, y podría bastar con aceptar simplemente este saber cómo verdadero, sino quisiéramos también entender con profundidad el *por qué* requerimos de alimento.

La biología, la medicina, la nutriología, son ciencias que nos proporcionan las respuestas al *cómo* y *por qué* los alimentos son importantes para nuestro

cuerpo. Las ciencias antes mencionadas se ocupan precisamente de responder a las preguntas relacionadas con nuestro cuerpo y la alimentación. Aunque hay ciencias más complejas que buscan saber la edad de la tierra, el tamaño del sol, la distancia de las estrellas, que describen átomos, bacterias, calculan *eras geológicas*, inventan *telescopios*, miden *años luz*, etc., y estos son conceptos y respuestas que muchas veces no cuestionamos, los aceptamos sin cuestionar, sin embargo, es importante preguntarnos de qué forma responde la ciencia y como es que nosotros nos apropiamos de sus respuestas.

La principal ocupación de la filosofía- como responde Thomas Nagel- es cuestionar y aclarar algunas ideas muy comunes que todos nosotros usamos cada día sin pensar sobre ellas. Un historiador- nos dice - puede preguntarse qué sucedió en tal momento del pasado, pero un filósofo preguntará: ¿qué es el tiempo? Un matemático puede investigar las relaciones entre los números pero un filósofo preguntará: ¿qué es un número? Un físico se preguntará de qué están hechos los átomos o qué explica la gravedad, pero un filósofo preguntará: ¿cómo podemos saber que hay algo fuera de nuestras mentes? Un psicólogo puede investigar cómo los niños aprenden un lenguaje, pero un filósofo preguntará: ¿por qué una palabra significa algo? Cualquiera puede preguntarse si está mal colarse en el cine sin pagar, pero un filósofo preguntará: ¿por qué una acción es buena o mala?

En conclusión, podemos decir, que la forma más cómoda de entender el mundo la tenemos en el sentido común, y esta podría parecernos suficiente como para quedarnos en la inmediatez de sus respuestas, sin embargo, siempre vamos más allá porque queremos conocer *el cómo* y el *porqué* de las respuestas que nos da en el sentido común, o dicho más claramente, no queremos conformarnos con una vaga explicación de las cosas.

Materiales

Del estudiante

- 1 lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Pizarrón o pintarrón
- Gises o plumones
- Borrador
- Un juego de copias por cada estudiante, del cuestionario que corresponde a la lección 1, página 93.

- Pelota pequeña

Procedimiento

Nota: Ésta primera lección tiene la función de servir como presentación al Modulo de Filosofía de la Ciencia. Por ello, consideramos necesario explicar a los estudiantes qué es lo que se espera de ellos, se les debe aclarar cuáles son los conocimientos, las habilidades y actitudes que van a ir desarrollando, pero también en qué medida se enriquece y complementa su educación.

Dinámica I

Se pretende que los chicos hablen con sus compañeros y que también aprendan a escucharlos.

Tiempo estimado: 30 min

1. Inicie la clase pidiendo a los estudiantes que se distribuya en dos grupos, cada uno con la misma cantidad de integrantes. Cuando los dos grupos estén formados, los chicos deberán tomarse de las manos para formar dos círculos, colocándose, uno fuera del otro.
2. Reparta a los estudiantes las copias del cuestionario que viene en la pág.94
3. Ahora, explique la dinámica:
 - a) Los estudiantes que están en el centro del círculo girarán hacia la derecha, mientras los del círculo de afuera giraran a la izquierda.
 - b) Cuando usted les dé la indicación, deberán parar frente a su otro compañero.
 - c) Ya que los compañeros están frente a frente, se guiaran con el cuestionario para responder y comentar sus opiniones.
 - d) Proporcione de 2 a 4 minutos por cada grupo de preguntas y respuestas, luego, repita la dinámica hasta que el cuestionario de cada uno de los estudiantes quede completado.
 - e) Cuando los estudiantes hayan escuchado y comentado las cuatro preguntas del cuestionario, pídales que tomen sus asientos, y continúe con la Dinámica II.

Dinámica II

Ver de qué manera responden los estudiantes y en qué medida analizan lo que se les dice.

1. Pisa a los estudiantes que resuelvan el cuestionario de manera individual, escribiendo las preguntas y respuestas en su libreta de ciencias. Proporcione de 15 a 20 min.
2. Cuando todos hayan terminado de responder al cuestionario explique la siguiente actividad.
 - a) Utilice la pelota que viene dentro de los materiales destinados para esta lección, e inicie la actividad lanzando o pasando la pelota a cualquiera de los estudiantes.
 - b) El estudiante seleccionado debe leer y comentar la respuesta que su compañero ha dado al primer grupo de preguntas del cuestionario.

Nota: Aproveche las participaciones de los estudiantes, para abrir al diálogo entre pares. Si alguno de los estudiantes tiene una respuesta diferente o quiere agregar algo más, permítale hablar. Mantenga el orden pidiendo a los estudiantes que, alcen la mano para que se les conceda la palabra.

- c) El estudiante que tenga la pelota puede elegir a quien de sus compañeros lanzarla, y éste, tendrá que responder al siguiente grupo de preguntas del cuestionario.
- d) Cuando los cuatro grupos de preguntas estén contestados, lea a los estudiantes las respuestas clave que vienen en las páginas 95 y 96 de la guía.
- e) Pida a los estudiantes que comparen su respuesta con la de la guía.

Actividades finales

Explique a los estudiantes el contenido de los antecedentes y aclare las tres formas desde las cuales nos preguntamos por el mundo; el sentido común, la ciencia y la filosofía.

1. Dibuje una tabla con tres columnas en el pizarrón escriba en cada una: sentido común, ciencia, filosofía.
2. Juntos vayan clasificando los tipos de respuestas que han tenido en el cuestionario.
3. Cuando todas las respuestas del cuestionario estén en la tabla proporcione algunos minutos para que todos la copien en su libreta.

Y para cerrar esta primera sesión, pida a los estudiantes que comenten sus conclusiones, que compartan cuáles son sus dudas, con qué preguntas se quedan y si han comprendido las tres distinciones.

Esta primera sesión es una invitación a que los estudiantes participen y se interesen por los temas que más adelante se irán trabajando en las siguientes lecciones.

Extensiones

En la lección 2 los estudiantes tendrán que trabajar en la creación de un collage que represente el trabajo científico en la vida cotidiana.

Indicaciones:

Busca y reúne imágenes que consideres son parte del trabajo científico. Las imágenes son para recortar, así que te recomendamos buscar en periódicos y revistas que ya no se utilicen.

Evaluación

Considere las respuestas del cuestionario y la participación de los estudiantes.

LECCIÓN 2

La ciencia en mi entorno

Introducción

Mucho de lo que percibimos y con lo que interactuamos diariamente tiene relación directa o indirecta con la ciencia. Nos resulta familiar escuchar la palabra ciencia e incluso decir que algo es científico, debido a que desde muy temprana edad y en diversas situaciones nos vemos envueltos en un mundo explicado y transformado por la ciencia.

La ciencia está en cada esfera de la vida dando respuestas y siendo parte del entorno. Sin darnos cuenta interactuamos con ésta; al utilizar el teléfono, escuchar música en la radio, encender la luz, etc., debemos también recalcar que la ciencia no es sólo aquello que podemos ver o tocar, frecuentemente también vamos adoptando respuestas y explicaciones que nos permiten de alguna forma comprender el mundo.

La cuestión en esta lección es resaltar que *siempre se sabe algo de la ciencia* y aprovechando lo ya sabido por los estudiantes, podemos identificar fácilmente la interacción que tienen con ésta en sus actividades diarias.

Objetivos:

Comprender y describir cómo la ciencia se encuentra presente en el entorno y cómo ha configurado diversas situaciones y contextos de la vida común. Hacer uso de la información que cada uno de los estudiantes tiene de la ciencia y alentarlos a transmitir e intercambiar puntos de vista.

Conocimientos

Luego de captar las implicaciones que tiene la ciencia en la actualidad, los estudiantes tendrán la tarea de comunicar de manera verbal y por medio de imágenes lo que para ellos son actividades científicas, la ciencia, o lo que hace la ciencia.

Habilidades

Diseñar y representar objetos, situaciones, acciones, fenómenos, etc., de la vida cotidiana, que los estudiantes consideran parte de la ciencia.

Aptitudes

Crear y diseñar una forma de compartir información valiéndose de distintas herramientas escritas, verbales, visuales que representen lo que es la ciencia, de acuerdo con lo que han comprendido.

Antecedentes

La ciencia goza de una alta valoración. Aparentemente existe la creencia generalizada de que hay algo especial en la ciencia y en los métodos que utiliza. Cuando a alguna afirmación, razonamiento o investigación se le da el calificativo de “científico”, se pretende dar a entender que tiene algún tipo de merito o una clase especial de fiabilidad [...]

Tenemos muchísimas pruebas precedentes de la vida cotidiana de que se tiene en gran consideración a la ciencia, a pesar de que haya cierto desencanto con respecto a ella debido a las consecuencias de las que se le hace responsable, tales como las bombas de hidrogeno y la contaminación. Los anuncios publicitarios afirman con frecuencia que se ha *mostrado científicamente* que determinado producto es más blanco, más potente, más atractivo* o de alguna manera preferible a los productos rivales. Con esto esperan dar a entender que su afirmación está especialmente fundamentada e incluso puede que más allá de toda discusión.⁵

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias
- Una caja de lápices de colores
- Un pliego de cartulina

De uso grupal

- Revistas y periódicos
- Un juego de copias por cada estudiante de la lectura: “*La ciencia en mi entorno*”, página 97.

Procedimiento

1. Inicie la sesión rescatando las ideas principales o comentarios que los estudiantes puedan recuperar de la clase anterior, haciendo una breve síntesis que les sirva para refrescar lo antes visto.

2. Enseguida, entregue las copias de la lectura “*La ciencia en mi entorno*” que corresponden a ésta lección e inicie la lectura de manera guiada para que los estudiantes tengan una mejor comprensión del texto. Recuerde hacer pequeños intervalos para dar sus comentarios, dar explicaciones o resolver dudas.

⁵ CHALMERS, ALAN F. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Siglo XXI de España Editores, Tercera edición en España, Mayo 2000 (revisada y ampliada)

3. Explique a los estudiantes la siguiente actividad para la cual hay que elaborar un collage que ejemplifique el reconocimiento de la ciencia en su entorno.

- a) Reúnanse en equipos de 3 a 4 integrantes
- b) Revisen juntos las imágenes que puedan utilizar
- c) Hagan la selección de imágenes que quieren añadir al collage
- d) Comenten el por qué de su elección
- e) Inicien la creación del collage, una vez convenido el tema y diseño

Sugerencia:

La idea de esta actividad es despertar la creatividad de los estudiantes, sin embargo aquí le proponemos algunos temas: aparatos de comunicación (teléfonos, antenas de radio, celulares, etc.) Electrodomésticos (licuadoras, planchas, refrigeradores, etc.) grandes científicos de la historia, entre muchos otros que pueden elegir.

4. Una vez que todos los equipos hayan terminado de elaborar el collage, invítelos a que expongan brevemente el contexto de su trabajo y lo que han querido expresar en las imágenes.

Nota: Es importante que todos los estudiantes participen exponiendo el porqué de las imágenes seleccionadas. Puede que sea necesario darles un límite de tiempo, pero eso ya dependerá de la extensión de cada actividad.

Actividades finales Al finalizar cada una de las exposiciones, puede abrir una sesión de preguntas y respuestas, para que los alumnos intercambien perspectivas y enriquezcan el análisis que cada uno ha tenido al respecto del collage.

Evaluación En esta lección tiene al menos tres formas de evaluar a sus estudiantes, a saber: 1.) el collage terminado; 2.) Su participación en la actividad final de preguntas y respuestas y; 3.) la exposición.

LECCIÓN 3

El científico y la ciencia

Introducción

Es indispensable tratar de favorecer el deseo que los estudiantes tengan por entender qué es la ciencia, por eso, vamos a presentarla de manera que resulte atractiva para ellos. Es importante no ver a la ciencia como algo distante o de una escasa minoría. Debemos hablar de la ciencia como algo cercano y común a la vida de los estudiantes, conectar la ciencia con la realidad e identificar su modo de proceder, comprender qué es y qué hace.

En esta lección queremos averiguar *qué es la ciencia*, observando la práctica del científico, hablar de las características del *hombre de ciencia* y describir cuáles son sus cualidades, sus aptitudes, sus destrezas, indagar en su labor, en las condiciones en qué trabaja y en la dedicación que tiene por la actividad científica. Por ello, queremos revisar la vida de tres grandes científicos de la historia, para advertir en los pasajes de la vida de estos hombres llamados “genios”; el interés y profundo asombro que les impulsa (ba) a formular preguntas sobre el universo, la naturaleza, las circunstancias de su tiempo, a sentir desdén por aceptar todo como algo evidente y tener la inquietud de buscar respuestas.

Objetivos

Revisar las aptitudes y habilidades propias del científico para describir de manera general las condiciones y circunstancias desde las cuales ellos desempeñan la actividad científica.

Conocimientos

Conocer las aptitudes y habilidades propias del científico para describir de manera general las condiciones y circunstancias desde las cuales ellos desempeñan la actividad científica.

Habilidades

Seleccionar y mencionar las actitudes que debe tener una persona para incluirse de forma activa en la práctica de la ciencia.

Aptitudes

Interés de los estudiantes por desarrollar actitudes y habilidades.

Antecedentes

No existe un momento determinado de la historia en el que pueda ubicarse un origen de la ciencia como medio para explicar el mundo. Resulta complicado

dar una fecha exacta señalando - *a partir de aquí se hace ciencia* - o poner una línea imaginaria entre las formas tradicionales de comprender el mundo y las explicaciones científicas, resulta complicado porque la ciencia es creación de los hombres; en el estricto sentido de que somos nosotros los que guiados por la curiosidad y entusiasmo que sentimos por el saber, buscamos respuestas, lo cual es inherente a todos, por lo tanto, aún las más simples vaguedades que nos pasan por la cabeza y por las cuales nos dedicamos a pensar, se asumen en esta necesidad de conocer el mundo. La ciencia trabaja precisamente de esa necesidad de querer saber por eso se formula preguntas y busca las posibles respuestas.

El conocimiento científico trata precisamente de buscar comprender la naturaleza y el universo en que vivimos preguntándose el cómo de las cosas. En virtud de esto consideramos que la ciencia no es algo que nace de la nada, sino que forma parte de los hombres, y se apoya en la inquietud de formular preguntas.

Hay que retomar las respuestas del Modelo Geocéntrico de Tolomeo y la del Modelo Heliocéntrico de Copérnico, como un claro ejemplo de lo dicho anteriormente. En el primer caso; el modelo fue aceptado durante mucho tiempo por ser coherente en la descripción del movimiento de los astros y embonar con la cultura de su tiempo. Por otro lado; el segundo modelo, tardó en instaurarse como una explicación del universo. Aunque actualmente sigue vigente porque las condiciones culturales han cambiado y las circunstancias tecnológicas permiten a los científicos -y no científicos- hacer observaciones sobre el universo. Personas comunes, sin relación activa con la ciencia, podemos guiarnos del modelo Heliocéntrico para hacer nuestras propias observaciones con un telescopio o visitar un observatorio astronómico para ver el movimiento de los astros, o podemos sencillamente aprobar el modelo de Copérnico por ser convincente y estar inscrito en la tradición.

Hasta aquí hemos asumido que la ciencia no tiene un tiempo o un lugar determinado, que las eventuales respuestas encaran variadas circunstancias y condiciones. Ahora bien, cuestionarse es propio de cada persona porque la vida con preguntas es mucho más interesante. Sin embargo aunque todos queremos saber, es el científico quien lleva las preguntas a otro nivel en el cuál la búsqueda de respuestas es muy importante. Cuando se lleva una labor activa de la ciencia la observación y experimentación son valiosas porque abren las posibilidades de ir develando la realidad del mundo, para comprenderlo y dar explicaciones sobre de él.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Pizarrón
- Gises o marcadores
- Video en DVD del documental “*Mentes brillantes*”
- Televisión y DVD

Procedimiento Dinámica II

1. Inicie la sesión rescatando las ideas principales o comentarios que los estudiantes puedan recuperar de la clase anterior, haciendo una breve síntesis que les sirva para refrescar lo antes visto.

2. Comience haciendo un recuento o comentarios precisos sobre los antecedentes que pertenecen a ésta lección.

Comenté a los estudiantes que en esta lección: se hará una descripción de cómo trabaja el científico, esto, con la ayuda de un documental llamado “*Mentes brillantes*”.

3. Hay que prestar atención al video. La idea aquí es ir recabando información sobre la personalidad de los científicos que se van mencionando, cuáles son sus intereses, inquietudes, su forma de vida, el trato social, educación etc. que describan las características que les hacen *hombres dedicados a la ciencia*.

4. Terminado el video, formen equipos de cinco integrantes para comentar sus apreciaciones acerca de los atributos característicos del científico.

5. Elijan cinco características que les resulten básicas en un científico y enlístenlas en un orden de mayor a menor importancia, según consideren.

6. Ahora cada equipo deberá escribir en el pizarrón las cinco características que consideran más importantes y explicar el *porqué* las han enlistado así.

Es muy probable que haya coincidencias en las listas e incluso sean idénticas, eso es irrelevante, porque lo que nos interesa es la descripción que los estudiantes puedan hacer sobre las características del científico.

LECCIÓN 4

La curiosidad

Introducción

En la lección anterior luego de ver la película “*Mentes brillantes*” nos dimos a la tarea de investigar, junto con los estudiantes, qué características definen al hombre dedicado a la ciencia. El objetivo de la lección era que los estudiantes se dieran cuenta de cómo esos hombres llamados “genios” transformaron mediante su trabajo la forma de ver y entender el mundo, que lo hicieron a partir de la curiosidad que todos experimentamos, aunque ellos añadieron una pizca necesaria de “*talento*” y otro tanto de creatividad.

No todos podemos repetir los pasos de Einstein, Newton o Galileo, claro que podríamos fantasear con tener la fama de estos hombres llamados genios, pero debemos considerar que ellos no fueron reconocidos como tal de la noche a la mañana, es decir, no se quedaron a esperar que la fama de su nombre hiciera de ellos los grandes científicos que ahora se les considera, todo lo contrario, su fama se debe a años de estudio y dedicación y a los aportes de sus investigaciones. Si ellos se convirtieron en eslabones de la historia de la humanidad, es porque desarrollaron su talento y fomentaron en ellos la creatividad. No nacieron siendo *genios*. Fueron formándose poco a poco con el esmero y dedicación suficientes para alcanzar la cúspide en la que los coloca su trabajo científico.

En esta lección vamos a ampliar un poco más el uso de la curiosidad y hablar de ésta como un talento que no se limita a la ciencia. Así, la curiosidad no es sólo de la ciencia, cabe en muchas otras disciplinas y áreas de la vida.

Objetivos

Pretendemos con esta lección que los estudiantes identifiquen su afinidad a ciertas actividades teorías y prácticas, para que las vinculen con su formación escolar y vayan acercándose por iniciativa propia a ciertas disciplinas.

Conocimientos

La intención es que los estudiantes conozcan otras profesiones y disciplinas además de la ciencia, que noten sus propias afinidades, sus gustos para que vayan trabajando su curiosidad y talento para ciertas áreas del conocimiento.

Habilidades

Que los estudiantes puedan comparar las características de la ciencia con las de otras disciplinas.

Aptitudes

Que los estudiantes relacionen sus intereses, gustos y afinidades a favor de su conocimiento.

Materiales

Particulares del estudiante

- Un lápiz
- Goma de borrar

De uso grupal

- Test vocacional para cada estudiante.

Procedimiento

1. Reparta a cada uno de los estudiantes el *test vocacional* que viene dentro de la caja de materiales.

Atención: Comenté a la clase que el test vocacional, no es una evaluación, es más bien una prueba que les anima a ver sus cualidades y aptitudes para la ciencia o para otras disciplinas en las que ellos puedan desarrollar su curiosidad y talento.

2. Lea junto con los chicos las instrucciones que vienen en la hoja del test vocacional, después de esto, pueden comenzar a contestar de manera individual.
3. No los presione respecto al tiempo, déjelos pensar sus respuestas. Lo que si le solicitamos es que esté pendiente para ayudarlos a resolver sus dudas.
4. Cuando todos hayan terminado, invítelos a compartir su experiencia y los resultados que obtuvieron.

Evaluación: Consideré para esta evaluación, la entrega terminada del test.

LECCIÓN 5

El trabajo científico

Introducción

No siempre es fácil definir aquello que uno hace y así sucede con la ciencia, la cual es una actividad que tiene como fin estudiar todos, absolutamente todos los objetos y fenómenos que existen y se producen en la naturaleza. En general, la mayoría de las personas tienen una idea acerca de lo que la ciencia es. En esta lección nos gustaría explicar un poquito más a detalle cómo trabaja la ciencia, para ello revisaremos; cómo ésta se conecta con el mundo y con la cotidianidad de la vida.

Hemos elegido analizar una situación cotidiana *la de saborear los alimentos*, situación que nos permite identificar el trabajo científico en un contexto común a la vida de los estudiantes, pues, creemos firmemente que la mejor forma de entender adecuadamente la ciencia es poniéndola en práctica. Haremos entonces un sencillo experimento para mostrar por qué algunos sabores nos resultan agradables o no, por la intensidad del sabor y del nivel de percepción, dependiendo de la cantidad de las papilas gustativas.

Objetivos

Explorar sobre las situaciones de la vida cotidiana por medio de un experimento.

Conocimientos

Observación minuciosa y curiosa de lo que ocurre su alrededor

Habilidades

Descripción de las observaciones

Aptitudes

Cooperación en la realización del trabajo en equipo

Antecedentes

Una forma de contar la historia de la ciencia es a través de las aportaciones y descubrimientos de personajes importantes. A continuación referiremos a un episodio de la vida de Galileo Galilei, uno de tantos hombres que con su genialidad y aportaciones dieron cambios significativos a la historia de la humanidad.

Galileo Galilei nació en Pisa el 15 de febrero de 1567. Hasta la edad de 11 años, Galileo fue educado en su propio hogar, por su padre Vicencio y con la ayuda de un tutor ocasional. Cuando llegó el momento de enviar a Galileo a estudiar fuera del hogar, para que recibiese una educación más formal, su padre eligió un monasterio situado en Vallambrosa, a unos treinta kilómetros de Florencia. A la edad de 15 años ingreso en la orden como novicio, sin embargo, más tarde tendría que abandonar el monasterio al desarrollar una infección en los ojos. En 1581, a los 17 años de edad, Galileo se matriculó como estudiante de medicina en la Universidad de Pisa. Galileo fue un estudiante argumentador y que cuestionaba sin miedo la sabiduría (en gran medida aristotélica) que prevalecía en la enseñanza de aquella época.

Existe una historia algo embellecida de la época en que Galileo era estudiante de medicina en Pisa. Parece ser, casi con toda seguridad, que Galileo quedó hipnotizado por el balanceo lento y continuo de una lámpara de brazos durante un sermón en la catedral, y que, como no tenía nada mejor que hacer, se dedicó, utilizando los latidos de su propio pulso, a cronometrar la oscilación del péndulo, siguiendo el movimiento de ida y vuelta en arco que realizaba la lámpara. Este pasatiempo le hizo descubrir que el péndulo siempre tarda el mismo tiempo en realizar la oscilación completa, no importando el tamaño del arco que recorriera. Según la historia, Galileo se fue rápidamente a su casa para realizar varios experimentos con péndulos de distintas longitudes.

Lo que debemos rescatar de esta historia son dos cosas. La primera, nos permite ilustrar el método experimental y la segunda; la comprobación. En los trabajos realizados por Galileo se tiene el antecedente de los inicios del método científico, de los pasos que deben seguirse en la obtención de datos utilizando las herramientas más importantes de la ciencia; la observación, la comparación y la hipótesis.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias
- Una caja de lápices de colores

Lista de materiales Experimento I

- 8 vasos transparentes de plástico
- 4 cucharas soperas distinguidas con los colores: verde, café, morado, rojo
- 100 gramos de azúcar (morado)
- 100 gramos de sal (azul)
- Jugo de 5 limones (verde)

- 50 gramos de quinina o de café amargo(café)
- 100 hisopos
- Una jarra con agua de 1 a 2 litros
- Un rollo de papel absorbente
- Una franela para limpiar
- Colorante artificial
- 4 Lupas

Procedimiento Experimento I

Para realizar el experimento necesitamos una mesa limpia y desocupada de cualquier. Le recomendamos colocar las mesas o butacas en forma circular, de tal forma que exista un espacio visible y suficiente para instalar la mesa de trabajo y usted tenga la atención de todos los estudiantes.

1. Reúna todos los materiales en la mesa de trabajo

Sugerencia: Pida el apoyo de un estudiante que le ayude a mantener el orden y la limpieza en la mesa de experimentos y que le asista con los materiales.

2. Elija a cuatro estudiantes de la clase o pida voluntarios que deseen participar como “conejillos de indias” para realizar la prueba.
3. Los estudiantes cuatro estudiantes seleccionados deberán salir del salón por unos 10 minutos. Mientras usted explica el procedimiento al resto de la clase.
4. Dibuje en el pizarrón la figura de una lengua vista de frente e indique a los estudiantes que la copien en su libreta y la repitan 4 veces, y la distinguan con el nombre uno de sus compañeros que hace la prueba.
5. Observe que en la lista de materiales se indica un color para cada uno de los sabores prototípicos:

Verde para el jugo de limón (Ácido)

Azul para la sal (Salado)

Morado para el azúcar (Morado)

Café para la quinina (Amargo)

Sirva agua a cuatro vasos, aproximadamente a la mitad de cada uno. En cada uno de los vasos disuelva uno de los cuatro sabores prototípicos, utilizando el color de cuchara que corresponde a cada sabor. Explique a los chicos el procedimiento.

6. Escriba en el pizarrón la lista de sabores y colores como se indica en la instrucción 5. Ahora bien, con las distinciones que sus cuatro compañeros hagan de los sabores, ellos deberán ir marcando en la figura de la lengua, el lugar en que sus compañeros identifican el sabor. Señalando con pequeños puntitos, la zona y el color que correspondan a cada sabor.
7. Borre del pizarrón la lista de sabores y colores
8. Haga pasar a los cuatro estudiantes para iniciar con la prueba y entrégueles un vaso vacío en el que puedan escupir.
9. Antes de iniciar con la prueba deben enjuagarse la boca con poquita agua y secar la lengua con el papel absorbente. Ahora sí, destine para cada chico un sabor distinto.
10. Sumerja el hisopo y pídale a cada chico que lo coloque en distintas partes de su lengua y distinga que sabor es; y en qué lugar de la lengua el sabor se intensifica.
11. Si no hay reacción, es decir el sabor parece imperceptible para alguno de los chicos, repita el paso 9 y cambie de sabor.
12. Use los cuatro sabores en cada uno de los chicos, pero recuerde pedirles que se enjuaguen y sequen la lengua antes de probar otro sabor.
13. Los posibles casos previstos a considerar son los siguientes:
 - a) Todos han identificado los sabores inmediatamente
 - b) Algunos sabores son imperceptibles para los cuatro chicos
 - c) Cierta sabor es imperceptible para uno de los chicos

Si alguno de estos casos se presenta al momento de la prueba las sugerencias son las siguientes:

En el caso a)

El experimento continua en el paso 14

En el caso b)

Hay que aumentar el sabor añadiendo dos cucharadas más del sabor prototípico.

En el caso c)

Aumentar el sabor gradualmente cucharada por cucharada hasta que el chico lo reconozca.

14. Después de haber conseguido que todos los sabores fueran identificados por los cuatro chicos, pasemos a revisar los resultados, para ello, pida

los comentarios de los estudiantes haciendo las siguientes preguntas de manera general:

¿Qué sucedió?; ¿Cómo identifica la lengua las sensaciones de dulce, salado, ácido y amargo?; ¿Por qué algunos sabores no se perciben tan fácilmente?; Identificar un sabor depende de cada persona o de la cantidad de sabor que se añade.

Vaya anotando las respuestas en frases clave que después sirvan para cotejar la información con los datos científicos proporcionados en el Anexo II

15. Entregue a los cuatro estudiantes que participaron en la prueba una porción del colorante artificial para que lo pongan en su lengua.
16. Con ayuda de las lupas pida a cada uno de los estudiantes que observe la lengua de cada uno de sus compañeros y describan en su libreta de ciencias que diferencias notan.
17. Ahora cuente las papilas gustativas que más se noten con el pigmento y anote en pizarrón el nombre del chico y la cantidad de papilas visibles en su lengua.

Evaluación

Califique a los estudiantes con la descripción que hicieron de la lengua de cada uno de sus compañeros en el paso 16.

LECCIÓN 6

Primer paso: formular una o varias preguntas

Introducción

Desde la primera lección hemos revisado algunas notas que definen el trabajo científico, y esta descripción nos ha servido para ir reconociendo en nosotros mismos la actitud que mueve al hombre de ciencia. En esta lección vamos a hablar particularmente de una característica: la curiosidad. En lenguaje llano la curiosidad es algo que causa motivación y deseo, una inquietud que nos mueve provocando interés y entusiasmo. La curiosidad que el ser humano experimenta genera preguntas y formular preguntas es el primer paso de la ciencia.

Los estudiantes a quienes va dirigida ésta guía son muy jóvenes y suelen hacer demasiadas preguntas, por eso es excelente aprovechar su inquietud y animarlos a no dejar pasar los momentos en que la curiosidad los mueve. Si ha despertado en ellos las ganas de querer saber, es conveniente alentarlos a ser curiosos. La idea es que la curiosidad se convierta en el punto de apoyo, que dirija el entusiasmo de los estudiantes por querer saber más cosas sobre el mundo y asombrarse ante él.

Objetivos

Los estudiantes entenderán cómo los científicos formulan las preguntas acerca del mundo y cómo estas preguntas se vinculan con la curiosidad.

Conocimientos

Aprender a formular preguntas que puedan dirigirse a una investigación.

Habilidades

Explorar con detenimiento cualquier tema de interés para identificar los problemas que encierra.

Aptitudes

Disposición a formular preguntas.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Un juego de copias para cada estudiante de la lectura: *Ciencia y Curiosidad*, página 99.
- Disco con diapositivas Lección 6
- Los seis juegos con cinco imágenes
- Proyector
- Computadora

Procedimiento

Reparta a cada uno de los estudiantes las copias del texto *Ciencia y Curiosidad*, que pertenece a esta lección e inicie la clase con la lectura del mismo.

Actividad I

Comprensión de texto

Explica brevemente y con tus palabras:

¿Qué es curiosidad?

Narra brevemente alguna situación en la que hayas utilizado tu curiosidad.

Actividad II

Para esta actividad usted cuenta con material visual, una serie de diapositivas con las que podrá ir exponiendo una estrategia para plantear preguntas.

- I. El hábito del por qué
- II. La exploración del tema
- III. La identificación del problema
- IV. La formulación de la pregunta

Actividad III

Vamos a formular preguntas

Para esta actividad los estudiantes tendrán que formular preguntas utilizando la estrategia de la Actividad II.

Dinámica:

Le recomendamos ir dando las indicaciones paso a paso, conforme los estudiantes vayan terminando.

1. Formar equipos de seis personas.
2. Reparta dos hojas en blanco y entregue a cada equipo las cinco imágenes del material disponible para esta lección.
3. Los estudiantes deben inventarle un título en forma de pregunta a cada una de las imágenes, utilizando los pasos de de la Actividad II. Pida a los estudiantes que utilicen las hojas en blanco para ir haciendo sus anotaciones paso a paso.

De inicio hay un ¿por qué...?

Segundo: explorar el tema

Tercero: qué problemas identifican

Cuarto: Hacer la preguntas

Evaluación

Después de que los estudiantes hayan utilizado la estrategia de la Actividad II, revise las preguntas y proporcione la calificación por equipo.

LECCIÓN 7

El papel de la observación en la ciencia

Introducción

Esta lección aborda el tema de la observación y la importancia que tiene para la ciencia, si consideramos que está se vale de la observación como una forma de recolección de información, ya que una de las actividades básicas del hombre de ciencia es la observación de hechos y fenómenos. Tal es la importancia de la observación para la ciencia que se han desarrollado estrategias y herramientas especiales para cada fenómeno o hecho (natural o social) que causa interés al científico, más adelante en lecciones posteriores trataremos esos y otros aspectos de la observación, pero primero nos interesa definir qué es la observación y cuál es su papel en la ciencia.

Objetivos

Los estudiantes se interesaran por la observación útil y cuidadosa de lo que ocurre a su alrededor, esto es, que pueda proporcionar algún tipo de conocimiento.

Conocimientos

Entender cómo funciona la observación tanto para la vida cotidiana, como para la labor científica.

Habilidades

Planear y organizar la observación.

Aptitudes

Percibir del hecho o fenómeno la información relevante.

Antecedentes

En el cuerpo humano se han desarrollado las facultades y los instrumentos que sirven para captar información acerca del mundo. La información acerca del medio ambiente es recabada a través de los órganos de los sentidos: los ojos, los oídos, la nariz, la lengua y la piel, tienen la función de captar la información del exterior, información que luego se interpreta y organiza de manera consciente. Las sensaciones nos permiten reconocer en imágenes, sonidos, texturas, sabores y olores. Sea ésta una tarea consciente o no, sabemos del mundo por medio de la experiencia. Para el caso específico de la ciencia nos interesa hablar sobre el sentido de la vista, como medio de percepción

qué se vale de la experiencia, participa en la observación científica y que genera un tipo de conocimiento.

La observación nace de la interacción del hombre con su medio ambiente, los elementos del proceso de observación son: el sujeto u observador, el objeto observado, los medios de observación y las circunstancias de la observación, pero es la observación cuidadosa y sin prejuicios la que proporciona una base segura a partir de la cual se puede derivar un conocimiento científico probablemente verdadero, si no verdadero⁶.

Para abordar el proceso consciente de la observación tenemos que hablar de una intención, es decir, ¿cuál es el hecho o fenómeno que queremos comprender y por qué? se trata más bien de una actitud, de la disposición para captar los fenómenos o acontecimientos de la realidad. Siguiendo a Chalmers también podemos decir que el acto de ver no está determinado solamente por la vista de imágenes:

Lo que un observador ve, esto es, la experiencia visual que tiene un observador cuando ve un objeto, depende en parte de su experiencia pasada, su conocimiento y sus expectativas.⁷

La observación es algo cotidiano, se da en la experiencia y nace de la interacción del hombre con su medio ambiente, aunque cabe decir que es la observación cuidadosa la que nos permite reconocer las condiciones de lo observable, esto es, la que nos proporciona una base segura a partir de la cual se pueda derivar el reconocimiento de objetos, por ejemplo, si alguien nos dice que una moneda es igual a un automóvil no podemos estar de acuerdo porque sabemos reconocer una moneda de un automóvil, de una mesa o de una televisión. La observación también nos permite hacer la distinción de situaciones, por ejemplo, cuándo algo está arriba, abajo, lejos o cerca y la relación o estado de cosas; frío, caliente, áspero, liso, seco, mojado, delgado, grueso, etc. es obvio que si vemos que el agua está hirviendo no vamos a meter las manos para saber que está caliente, como tampoco será necesario pasar la mano por el pavimento de una carretera para saber que éste es áspero.

La observación depende muchísimo de la actitud mental en que nos encontremos, de la atención y de lo que sepamos que hay que buscar y ver. La observación se ocupa de más cosas que las que encuentran los ojos. Consideremos, en efecto, los géneros de cosas que solemos decir que

⁶ Confróntese CHALMERS, ALAN F. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Siglo XXI, Madrid 1984

⁷ CHALMERS, ALAN F. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Siglo XXI, Madrid 1984

observamos: observamos el cielo y que es azul, que está oscureciendo o que es de noche; observamos la pluma sobre la mesa, el agujero en la pared, que Carlos es más bajo que Paco pero más alto que Juan; observamos que una persona habla o que se está poniendo furiosa, que falta un botón, que la habitación está vacía, que no ha habido ningún cambio desde que nos marchamos, y observamos salidas y puestas de sol, eclipses de luna, etc. Así pues, podemos decir en general que observamos cosas o tipos de cosas, objetos, acontecimientos, procesos, cualidades y cambios de ellas, estados de cosas, relaciones entre ellas e incluso ausencias y faltas.⁸

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias
- Regla de 30 cm
- Goma de borrar
- Una caja de lápices de colores

De uso grupal

- Una hoja para cada estudiante con las fotografías de animales. Página 100

Procedimiento

Después de haber leído los antecedentes, expliqué a los estudiantes de manera sencilla y con sus palabras *¿Qué es la observación?*

A continuación le presentamos algunas actividades para que los estudiantes pongan en práctica algunas características de la observación: reconocer, distinguir y relacionar.

Actividad I

Demuestra que eres un buen observador de animales. El observador inteligente no solo ve animales y se alegra o asusta al verlos. Ve en cada animal aquello que le es propio y le distingue de otros animales.

1. Observa estos animales, inventa criterios de clasificación según lo que se puede observar a simple vista.

⁸ Confróntese MARX W. WARTOFSKY, Introducción a la filosofía de la ciencia, Alianza Universidad, Madrid, 1968-1973

2. Escribe los criterios utilizados para la clasificación.
3. Escribe la clasificación.

Actividad II

Realiza los siguientes ejercicios valiéndote únicamente de lo que puedes ver a simple vista, no utilices materiales extra.

- Haz un dibujo a escala de tu escuela y ve diferenciando los edificios entre: alto, largo, arriba, abajo, grande, pequeño, etc.
- En el dibujo que has realizado ve comparando los tamaños, identifica las formas, clasifica por colores, y toma nota de las características que puedas notar a simple vista.
- Realiza una breve descripción de lo que hay adelante, atrás, arriba y bajo del salón de clases.

Actividad III

Responde las siguientes preguntas y comenta con tus compañeros.

¿Cuál es el edificio más grande de la escuela?

¿Cuál es el edificio más alto?

¿Cuál es el edificio más lejano al salón de clases?

¿Qué otras características pudieron identificar de la escuela?

Hay formas que se repitan: triángulos, cuadrados, círculos, óvalos.

Hay objetos lisos o ásperos ¿cuáles son?

Evaluación

Califique a los estudiantes con el dibujo de la actividad II y con las preguntas de la actividad III.

LECCIÓN 8

Inducción

Introducción

Durante la observación se obtienen datos que nos sirven para reconocer, diferenciar, comparar y clasificar los fenómenos y hechos de la naturaleza. Las observaciones que cotidianamente realizamos van más allá de sólo mirar objetos, colores, texturas y formas. Lo que vemos a diario pasa a ser información importante que nos permiten armar conjeturas. En las lecciones anteriores, mencionábamos la inquietante motivación que sentimos por conocer el mundo, el interés por lo que vemos, y sobre todo, la capacidad que tenemos para captar información, para seleccionarla y organizarla. Es también a partir de lo que observamos, que podemos ir dando respuestas probables a cómo funciona el mundo a nuestro alrededor.

En el caso de la ciencia (del científico) la observación detallada y profunda de hechos o fenómenos pasa por dos procesos de razonamiento o inferencia: el inductivo y el deductivo. En esta lección número ocho trataremos el tema de la inducción. Modo de razonamiento que sirve para sacar conclusiones generales a partir de hechos particulares, posteriormente en la lección nueve nos ocuparemos de la deducción, la cual va de lo general a los hechos particulares. Es importante exponer estos dos modos de razonamiento para comprender cómo el científico obtiene posibles respuestas de los hechos o fenómenos que estudia.

Objetivos

Que los estudiantes puedan comprender e identificar la forma en que el científico se vale de la observación y la experiencia para llegar a conclusiones generales, esto es, que puedan aplicarse a todo.

Conocimientos

Que los estudiantes puedan definir que es la inducción.

Habilidades

Que los estudiantes identifiquen qué es una inducción y realicen inducciones.

Aptitudes

Interés por observar el mundo y sacar conclusiones a partir de las regularidades que observan, así mismo que ellos reconozcan cómo a menudo obtienen conclusiones por medio de la inducción.

Antecedentes

La observación es importante para la labor científica, y hay quienes consideran que la ciencia comienza con la observación porque proporciona una base segura sobre la que se puede construir el conocimiento científico. La observación se ocupa de más cosas de las que están a simple vista. La observación depende muchísimo de la actitud mental en que nos encontremos, de la atención y de lo que sepamos que hay que buscar y ver. El buen observador presta atención para notar hasta los aspectos más simples de lo que le interesa por eso consigue sacar conclusiones:

Supongamos que Dan es un buen observador al que le encanta el color negro, se ha interesado en los cuervos por su color, debido a que hasta la fecha él ha observado una gran cantidad de cuervos en una amplia variedad de circunstancias y todos ellos han sido negros, basándose en eso, ha concluido que los cuervos son sus animales favoritos porque “todos los cuervos son negros”. Un día fue al campo y vio un cuervo negro posado en un árbol seco, al día siguiente salió a dar un recorrido por los sembradíos de maíz y vio muchos cuervos negros, luego en otra ocasión vio un documental en la televisión y se quedó maravillado con la cantidad de mitos y leyendas que hablan de los cuervos por su color lúgubre. Luego de que Dan observó a tantos cuervos de color negro en distintas ocasiones, ha llegado a la conclusión de que todos los cuervos son negros, porque de acuerdo con la gran cantidad de observaciones repetidas en las cuales los cuervos han sido negros, él puede decir que solamente hay cuervos negros.

Si seguimos a Dan en su descubrimiento, podemos decir que de la observación se obtienen razones suficientes para decir que todos los cuervos son negros ya que se cumple con ciertas condiciones: “Si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de **A** (cuervos) y si todos los **A** (cuervos) observados poseen, sin excepción, la propiedad **B** (color negro), entonces todos los **A** (cuervos) tienen la propiedad **B** (color negro)”.⁹

En concordancia con los anteriores, pongamos otros ejemplos: cuando en cualquier día de la mañana nos acercamos a ver televisión, confiamos en que el aparato encenderá porque, en el pasado, una gran cantidad de veces y en circunstancias muy similares, ha sido suficiente con apretar el botón de encendido para ver nuestro programa preferido, o al menos, revisar la programación. Cuando compramos nuestra golosina favorita en la tienda, creemos que nos provocará la misma sensación placentera que en ocasiones

⁹ Confróntese CHALMERS, ALAN F. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, Siglo XXI, Madrid 1984

anteriores. Cuando comienza a llover sabemos que el agua caerá porque hemos visto en distintas ocasiones como el agua de la lluvia cae y corre por doquier. Y así muchas de las expectativas que tenemos sobre lo que probablemente sucederá se basan en la experiencia de lo que observamos; al lanzar una moneda seguramente ésta caerá, si accidentalmente tiramos un florero de cristal desde una altura más o menos considerable éste va a quebrarse, e incluso podemos afirmar que mañana la escuela permanecerá en el mismo sitio de siempre y seguramente seguirá ahí la próxima semana y el siguiente mes.

De todo lo anterior podemos estar seguros porque nos basamos en la experiencia, hacemos una predicción sobre el porvenir tomando en cuenta las regularidades que hemos observado en el pasado y mientras más grande sea el número de observaciones que se repiten en la experiencia, más amplia es la posibilidad de lo que podemos esperar. Pero ¿Cuántas observaciones pueden considerarse un gran número?, o sea ¿cuántas observaciones serán necesarias para hacer una predicción siempre cierta?, diez veces, cien veces, diez mil, sea cual fuere la respuesta a esta cuestión, debemos considerar ejemplos en los que tan solo una observación sea suficiente. Para ilustrar esta cuestión recordemos la reacción pública en contra de la guerra nuclear que siguió al lanzamiento de la primera bomba atómica en Hiroshima al final de la segunda guerra mundial. Esta reacción se basaba en la constatación de que las bombas atómicas originan destrucción y muerte por doquier y un enorme sufrimiento humano. Y, no obstante, esta creencia generalizada se basaba en una sola y dramática observación. En circunstancias como éstas, la exigencia de un gran número de observaciones parece inapropiada. Parece claro que hay que matizar en la exigencia del número de observaciones para llegar a un conocimiento probable. También hay que considerar ejemplos en los que a pesar de un gran número de observaciones de pronto surja una variación como en el caso que explica Bertrand Russell en la historia del pavo:

Este pavo descubrió que, en su primera mañana en la granja avícola, comía a las 9 de la mañana. Sin embargo, no sacó conclusiones precipitadas. Esperó hasta que recogió una gran cantidad de observaciones del hecho de que comía a las 9 de la mañana e hizo estas observaciones en una gran variedad de circunstancias, en miércoles y en jueves, en días fríos y calurosos, en días lluviosos y en días soleados. Cada día ampliaba su lista tomando apuntes de lo que observaba. Por último, después de mucho tiempo y ya sintiéndose seguro sabiendo que comía a las 9 de la mañana, muy satisfecho concluyó diciendo: “Siempre como a las 9 de la mañana”. Pero ¡ay! se demostró de manera indudable que esta conclusión era falsa cuando, la víspera de

Navidad, en vez de darle la comida, le cortaron el cuello y se convirtió en la cena. ¿Qué sucedió? El pavo apuntó todas las ocasiones en las que comió a las 9 de la mañana y a pesar de la cantidad de veces en que esto se repitió se dio una variación y éste no volvió a comer a las 9 de la mañana.

Tenemos entonces la siguiente indicación: de la experiencia se pueden sacar conclusiones a partir de una gran cantidad de repeticiones, sin embargo, la repetición no debe considerarse una exigencia para dar una conclusión porque no siempre hace falta la repetición en casos muy evidentes.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Disco con diapositivas Lección 8
- Proyector
- Computadora

Procedimiento

Para dar el contenido de esta lección le recomendamos lea con anticipación los antecedentes para que al momento de explicar la clase pueda ir exponiendo de manera simplificada el tema, ya que se trata de un tema un poco más complejo a los vistos anteriormente. Utilice el material de apoyo para llevar a los alumnos de la mano con las explicaciones. Siga la secuencia de las diapositivas y deténgase para hacer aclaraciones a los estudiantes.

1. Inicie la clase pidiendo a los estudiantes que comenten el tema de la lección anterior, para recapitular y recordar lo que se ha dicho del papel de la observación en la ciencia.
2. Comience con la exposición “Ciencia e Inducción”
3. Explique qué es la inducción y los pasos para realizar una inducción, dé algunos ejemplos sencillos.
4. En la diapositiva tres explique solamente los tres primeros pasos y deje pendientes el 4 y 5 pues hablaremos de estos más adelante cuando hayamos explicado qué es una hipótesis.
5. En la diapositiva cuatro puede utilizar los ejemplos de los antecedentes o algunos otros que sirvan a la explicación.

6. Mencione las tres reglas de inducción y deténgase para resolver el primer ejercicio, permita que los alumnos copien en su libreta de ciencias el ejercicio I
7. Proporcione cierto tiempo para que resuelvan el ejercicio utilizando la fórmula de la generalización:

Si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de **A**, y si todos los **A** observados poseen sin excepción la propiedad **B**, entonces todos los **A** tienen la propiedad **B**.
8. Ahora pongan a prueba en los ejercicios 1 y 2 las tres reglas de inducción y comenten que reglas no se cumplen y porqué.
9. Corrobores de manera conjunta los resultados con los que vienen en las diapositivas 12, 13 y 14.

Evaluación

Califique la libreta de los estudiantes y verifique que tengan los apuntes a partir del paso 6 del procedimiento.

Extensiones

Indique a los estudiantes que deben hacer la lectura de la primera parte del cuento “*El carbuncho azul*” y entrégueles las copias de la página 102 a la 109.

LECCIÓN 9

Deducción

Introducción

La deducción de la misma forma que la inducción juega un papel importante para la ciencia. Los científicos deben saber utilizar ambas herramientas; tener una lógica y una observación adecuadas para obtener una serie de argumentaciones que los lleven a descubrir la incógnita de algún suceso natural, de un hecho o fenómeno en el medio.

En la lección anterior revisamos la inducción como un modo de obtener generalizaciones a partir la experiencia. La inferencia inductiva -vimos- va de lo particular a lo universal, haciendo generalizaciones a partir de eventos observables. Cuando Daniel dice que “todos los cuervos son negros” habla a partir de su experiencia pues a lo largo de su vida sólo ha visto cuervos negros en distintas circunstancias: en el campo, en los documentales de la televisión, en las enciclopedias, en el zoológico etc. y jamás ha visto un cuervo rosa. Daniel sólo ha visto cuervos negros, sin embargo, eso no le asegura que el próximo cuervo que vea sea negro, claro que existe una gran posibilidad de que siga viendo cuervos negros, pero si de pronto se topa con un cuervo de otro color su afirmación deja de ser verdadera.

Qué pasa si de pronto aparece un cuervo rosa, o un cuervo azul, o un cuervo naranja. Podemos considerar la posibilidad de que un cuervo diferente aparezca, entonces bastaría con cambiar la afirmación de Mateo de que “todos los cuervos son negros” y decir “hasta este momento sólo he visto cuervos negros”. Lo más simple sería estar siempre a la expectativa pero para la ciencia esto se torna en un gran problema, pues lo que ésta busca es lo verificable, hay una inquietud que mueve al hombre de ciencia para tratar de llegar a conocimientos verdaderos, de dar explicaciones certeras y por lo tanto no puede solamente jugar con la probabilidad. Otra condición importante para la ciencia es conseguir hacer predicciones que se sigan de manera coherente, que tengan sentido y que pueden alcanzar un grado de certeza, por eso hay que explicar qué es una deducción y cuál es su importancia para la ciencia.

Objetivos

Que los estudiantes puedan comprender que la observación y la deducción son herramientas básicas del conocimiento y de la ciencia.

Conocimientos

Que los estudiantes puedan definir que es la deducción.

Habilidades

Que los estudiantes identifiquen qué es una deducción y realicen deducciones.

Aptitudes

Interés de los estudiantes por la observación detallada y profunda que les permita reconocer cómo a menudo se obtienen conclusiones por medio de la deducción.

Antecedentes

¿Qué es la deducción?

Los científicos a menudo nos dicen cosas acerca del mundo que nos parecen poco creíbles. Por ejemplo, los biólogos afirman que tenemos una estrecha relación con los chimpancés, los geólogos aseguran que África y Sudamérica estaban unidas, mientras que los cosmólogos plantean que el universo está en expansión. Sin embargo, ¿cómo alcanzan los científicos esas conclusiones que suenan tan improbables? Después de todo, nadie ha visto a una especie evolucionar a otra, o a un continente dividirse en dos, o al universo ampliándose. Por supuesto, la respuesta es que los científicos llegaron a esos planteamientos mediante un proceso de razonamiento o inferencia. El modo de razonamiento deductivo va de lo general a lo particular, un razonamiento deductivo, es el siguiente:

Todos los franceses gustan del vino tinto
Pierre es francés

Por lo tanto, Pierre gusta del vino tinto

Las dos primeras afirmaciones se llaman premisas de inferencia, mientras que la tercera afirmación se denomina conclusión. Se trata de una inferencia deductiva porque tiene la siguiente propiedad: *si las premisas son verdaderas, entonces la conclusión también debe ser verdadera*. En otras palabras, si es verdad que a todos los franceses les gusta el vino tinto, y si es cierto que Pierre es francés, se deduce que a Pierre le gusta el vino tinto. Por supuesto, las premisas de esta inferencia casi siempre son falsas, pues habrá franceses a quienes no les agrade el vino. Pero ese no es el punto. Lo que le otorga a esta inferencia su carácter deductivo es la existencia de una relación apropiada entre premisas y conclusión; es decir que si las premisas son ciertas, la conclusión también lo será.

Ahora bien, consideremos otro ejemplo para notar porque la falsedad de las premisas no es problema para la inducción:

Los primeros cinco huevos de la canasta están podridos
Todos los huevos tienen la misma fecha de caducidad impresa en ellos

Por lo tanto, el sexto huevo también estará podrido

Este razonamiento es inductivo porque las premisas no expresan la conclusión. Es que incluso si los primeros cinco huevos estuvieran podridos, y aun si todos los huevos tuvieran la misma fecha de caducidad, esto no garantiza que el sexto huevo también esté podrido. Es muy probable que el sexto huevo se encuentre en buenas condiciones. Aunque las premisas de esta inferencia sean verdaderas puede que la conclusión resulte falsa.

El razonamiento deductivo es una actividad mucho más segura que el razonamiento inductivo. Cuando razonamos en forma deductiva podemos tener la seguridad de que si comenzamos con premisas verdaderas, terminaremos con una conclusión verdadera. No ocurre lo mismo con el razonamiento inductivo, que puede llevarnos de premisas verdaderas a una conclusión falsa. Sin embargo, pasamos por alto ese defecto del razonamiento inductivo y a lo largo de nuestras vidas confiamos en éste, a menudo sin siquiera pensarlo.

Es muy fácil encontrar ejemplos de razonamiento inductivo en la cotidianidad porque se vuelve indispensable para la vida examinar las repeticiones y a partir de ello hacer predicciones; si cada vez que hace frío y salimos a la calle hemos pescamos una gripe por no abrigarnos, podemos concluir que cada vez que haga frío y no traigamos abrigo seguramente enfermaremos, entonces mejor tomamos precauciones y en los días nublados salimos abrigados, de ahí que el razonamiento inductivo sea básico en la vida diaria por las predicciones que nos permite realizar.¹⁰

En el caso de la deducción podemos decir que la ciencia se apoya en ésta porque es una actividad de razonamiento que se construye a partir de algunas verdades simples, convincentes o supuestas, Aristóteles indicaba que la ciencia llega a su máximo nivel cuando a partir de ciertas afirmaciones obvias o quizás convencionales es posible hacer cadenas de razonamientos que lleven a “verdades”, lo que en nuestro días se traduce como el planteamiento de hipótesis.

El conocimiento científico se obtiene de conexiones lógicas entre enunciados, de ahí la función de la deducción para la ciencia porque siempre que hablemos de deducción nos estaremos refiriendo a un razonamiento valido o correcto, pues se parte de premisas que describen conocimientos verdaderos y de éstas se obtiene una conclusión que expresa un conocimiento nuevo.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

¹⁰ Confróntese: Samir Okasha, Una brevísima introducción a la filosofía de la ciencia Editorial Oceano de México, S.A. de C.V., México, D.F.

De uso grupal

- Pintarrón o pizarrón
- Plumones o gises
- Borrador

Procedimiento

Recomendación: Lea con anticipación la información que se proporciona en los antecedentes y revise los ejercicios para que al momento de explicarlos a los estudiantes, usted tenga pleno conocimiento del tema.

Nota: La tarea pendiente para este día, era leer el texto de *El carbunclo azul*, previendo que no todos los estudiantes hayan leído el texto, le recomendamos hacer un resumen breve del cuento para que todos puedan comprender el tema a tratar en esta lección.

1. Inicie la clase pidiendo la opinión de los estudiantes sobre el cuento de El carbunclo azul que comenten a la clase; qué les dejó, si tienen dudas, etc., es importante que los estudiantes noten que su lectura tiene una función para la clase y recuperen información del cuento.
2. Pídales que tengan a la mano las copias del texto El carbunclo azul.
3. Introduzca a los estudiantes al tema de la deducción haciendo las siguientes preguntas:

¿Quién es Sherlock Holmes? ¿A qué se dedica?

Imagina y describe brevemente el lugar en que se desarrollan los hechos, también comenta por qué consideras que es así.

Cuando Holmes pide a Watson que observe el sombrero le dice: -“*El propietario es desconocido. Le ruego que no lo mire como un sombrero desastrado, sino como un problema intelectual.*”

¿Qué importancia tiene la observación de un simple sombrero?

¿Qué se sabe del propietario a raíz de la observación del sombrero?

¿Qué impresión te dio la observación de Watson comparada con la observación que hizo Holmes?

¿Cuáles son las herramientas que utiliza Holmes para describir al propietario del sombrero?

Para responder las preguntas, pida la participación de los estudiantes, lleve un registro anotando las respuestas en el pizarrón y al terminar de responder todas, deses un lapso de tiempo para que las anoten en su libreta.

4. Hasta este momento, los estudiantes se han involucrado al tema mediante los procedimientos que utiliza Sherlock Holmes por lo tanto usted puede aprovechar para ir explicando los pasos de lo que es una inferencia deductiva.

¿Qué sabemos del propietario del sombrero?

- El propietario del sombrero es un desconocido que días antes de Navidad estuvo en una trifulca en la calle de Tottenham Court Road, el hombre intentó defenderse y rompió un escaparate. Cuando vio a Peterson acercarse salió huyendo y dejó un ganso blanco y el sombrero abandonados.

- Luego de que Peterson entregara a Holmes el ganso y el sombrero sabemos muchos otros datos “curiosos” del hombre, y por la nota en la pata del ganso sabemos que el nombre del desconocido es Henry Baker.

- Lo que empieza por ser una búsqueda insignificante se convierte en todo un caso que perseguir cuando por un incidente es encontrado un valioso diamante dentro del ganso del señor Henry Baker, ganso, que esa noche cenaría la familia de Peterson.

-El diamante desapareció el día 22 de diciembre en el Hotel Cosmopolitan y según los periódicos el ladrón fue detenido. La intriga ahora nos lleva a querer saber ¿qué papel juega en todo esto el señor Henry Baker?

5. Reunida la información de los sucesos vamos a acomodar los datos para entender el papel que juega el señor Henry Baker en todo este embrollo. Vaya de la mano con los argumentos que va dando Holmes cuando describe a Watson al propietario del sombrero:

“...salta a la vista que el propietario es un hombre de elevada inteligencia, y también que hace menos de tres años era bastante rico, aunque en la actualidad atraviesa malos momentos. Era un hombre previsor, pero ahora no lo es tanto, lo cual parece indicar una regresión moral que, unida a su declive económico, podría significar que sobre él actúa alguna influencia maligna, probablemente la bebida. Esto podría explicar también el hecho evidente de que su mujer ha dejado de amarle.”

“Es un hombre que lleva una vida sedentaria, sale poco, se encuentra en muy mala forma física, de edad madura, y con el pelo gris, que se ha cortado hace pocos días y en el que se aplica fijador. Éstos son los datos más aparentes que se deducen de este sombrero. Además, dicho sea de paso, es sumamente improbable que tenga instalación de gas en su casa.”

Lo anterior no es magia, tampoco se trata de saberlo y ya, requiere de la observación, de procesos de razonamiento que se encadenan de una idea a otra, y así se consigue lo que Holmes hace: deducir. Recuperemos la explicación que Holmes da a Watson en relación al sombrero:

Este sombrero tiene tres años. Fue por entonces cuando salieron estas alas planas y curvadas por los bordes. Es un sombrero de la mejor calidad. Fíjese en la cinta de seda con remates y en la excelente calidad del forro. Si este hombre podía permitirse comprar un sombrero tan caro hace tres años, y desde entonces no ha comprado otro, es indudable que ha venido a menos.

Bueno, sí, desde luego eso está claro. ¿Y eso de que era previsor, y lo de la regresión moral?

Sherlock Holmes se echó a reír.

-Aquí está la precisión -dijo, señalando con el dedo la presilla para enganchar la goma sujeta-sombreros-. Ningún sombrero se vende con esto. El que nuestro hombre lo hiciera poner es señal de un cierto nivel de previsión, ya que se tomó la molestia de adoptar esta precaución contra el viento. Pero como vemos que desde entonces se le ha roto la goma y no se ha molestado en cambiarla, resulta evidente que ya no es tan previsor como antes, lo que demuestra claramente que su carácter se debilita. Por otra parte, ha procurado disimular algunas de las manchas pintándolas con tinta, señal de que no ha perdido por completo su amor propio.

-Desde luego, es un razonamiento plausible.

-Los otros detalles, lo de la edad madura, el cabello gris, el reciente corte de pelo y el fijador, se advierten examinando con atención la parte inferior del forro. La lupa revela una gran cantidad de puntas de cabello, limpiamente cortadas por la tijera del peluquero. Todos están pegajosos, y se nota un inconfundible olor a fijador. Este polvo, fíjese usted, no es el polvo gris y terroso de la calle, sino la pelusilla parda de las casas, lo cual demuestra que ha permanecido colgado dentro de casa la mayor parte del tiempo; y las manchas de sudor del interior son una prueba palpable de que el propietario transpira abundantemente y, por lo tanto, difícilmente puede encontrarse en buena forma física.

Todo parece ser muy claro, pero cómo consigue Holmes hacer que un sombrero le diga tanto. Watson al igual que Holmes observo el mismo sombrero sin embargo él sólo vio cosas triviales.

6. Es momento de hacer los ejercicios deductivos para explicar el trabajo de Holmes y lograr que los estudiantes comprendan el modo en que funciona la deducción. Vaya anotando en el pizarrón las premisas que están en los ejemplos de abajo y le sugerimos considere los comentarios de los estudiantes. Usted puede seguir sólo la estructura como se muestra abajo y poner otros ejemplos distintos.

Deducción I

- El propietario del sombrero Herny Baker era bastante rico hace tres años
 - Hace tres años salieron sombreros de muy buena calidad con las mismas características que las del sombrero de Herny Baker
-

Hace tres años Herny Baker era bastante rico para comprar un sombrero de buena calidad.

Deducción II

- Las personas con mala forma física transpiran abundantemente
 - Herny Baker transpira abundantemente
-

Herny Baker transpira abundantemente por lo tanto tiene una mala forma física.

Con los ejemplos anteriores usted puede dar la explicación de cómo la información obtenida por la observación se convierte en premisas verdaderas que se acomodan de manera lógica para llegar a una conclusión verdadera. Expliqué a los estudiantes de qué manera se consiguen estos razonamientos.

Evaluación Un modo de evaluar esta lección es con las participaciones y la revisión de las preguntas del paso 3.

Extensiones Indique a los estudiantes que deben hacer la lectura de la segunda parte del cuento “*El carbuncho azul*” y entrégueles las copias de la página 110 a la 118.

LECCIÓN 10

Hipótesis

Introducción

Desde la primera lección venimos revisando paso a paso algunas consideraciones sobre la importancia y trabajo de la ciencia. En las primeras lecciones localizamos a la ciencia como un modo de conocer el mundo, modo que al igual que el sentido común y la filosofía buscan tener una mejor comprensión de la realidad del mundo, sus hechos y fenómenos. Luego, pasamos a la parte vivencial de la ciencia, para reconocerla en la cotidianidad de nuestra vida, en nuestras actividades diarias e incluso en la aceptación que tenemos de las explicaciones que nos da la ciencia, explicaciones que nos apropiamos y solemos repetir. Posteriormente se hizo una caracterización del científico y de su trabajo en relación a otras áreas del conocimiento. No obstante, para comprender un poco mejor la pertinencia del trabajo científico optamos por mostrar los pasos que se siguen; la localización de un problema, el planteamiento del mismo, la indagación y las inferencias que pueden hacerse luego de captar la información suficiente.

En esta lección nos encontramos en el momento de la respuesta o posibles respuestas. De la misma forma en que la inducción y la deducción nos sirven en la vida cotidiana para hacer inferencias y obtener conclusiones, el científico las utiliza para ir viendo la repetición de casos en distintas circunstancias, o para examinar de manera crítica lo que puede decir a partir de la información que tiene. En la hipótesis nos encontramos en la parte creativa y reflexiva del trabajo científico, el momento en que hay que detener los hilos -que son las inferencias- y entretrejer los posibles puntos de encuentro para conseguir la formulación de una o muchas posibles respuestas o conclusiones, como resultado del razonamiento lógico.

Objetivos

Comprender qué es una hipótesis y reconocer los pasos que llevan a la formulación de una. Se pretende también fomentar el gusto por el estudio, la investigación y la curiosidad, fundamento de todos los juicios lógicos que se formulan en la ciencia.

Conocimientos

Los estudiantes comprenderán que función tiene una hipótesis para la investigación científica.

Habilidades

Los estudiantes elaboraran sus propias hipótesis con la información

Aptitudes

Disposición para el estudio y la investigación.

Antecedentes

La palabra hipótesis que en griego significa poner abajo, someter, tiene un sentido semejante a las de la palabra latina suposición (de: *sub- ponere*). Uno y otro términos significan la aceptación provisional de una afirmación acerca de algún hecho, o de alguna relación funcional, como cierta, aun cuando no tenga base experimental adecuada y suficiente.¹¹

Las hipótesis son como guías para el científico, con ellas éste puede tener claro el trabajo de su investigación ya que le indican lo qué está buscando o tratando de probar. Es decir, una hipótesis es una explicación tentativa de lo que se está investigando. Aunque en ocasiones, lo que en un principio fue sugerido como una hipótesis puede elevarse a la categoría de teoría siempre y cuando sea comprobable. Y cuando las pruebas son suficientes la hipótesis obtiene una aceptación casi universal, elevándose al rango de ley. Sin embargo, cabe aclarar que las explicaciones científicas muchas veces tienden a ser refutadas o cambiadas, esto es, no son absolutas, pueden ser remplazadas, mejoradas o pueden llegar a ser superadas por una nueva explicación.

En una investigación científica toda explicación propuesta se considera como una hipótesis, más o menos probable, de la cual se requieren las pruebas suficientes para su aceptación. Por lo mismo las explicaciones científicas se consideran como hipótesis, pues sólo se consideran dignas de aceptación en la medida en que hay pruebas suficientes.

Cuando el científico plantea una hipótesis le es difícil hablar de la cuestión de verdad o falsedad de lo que propone, se mantiene en suspenso porque siempre hay una continua búsqueda para hallar cada vez más pruebas que le permitan decidirlo. La “prueba” se refiere a la experiencia; la prueba sensible que sirve para la verificación de lo que se ha propuesto en la hipótesis. Para explicar mejor lo anterior- sobre la verdad o falsedad de una hipótesis- pongamos un ejemplo más cotidiano: supongamos que escuchamos como afuera suenan goteras sobre los cacharros de metal, entonces alguien afirma “¡está lloviendo!”, podemos comprobar que tal afirmación es verdadera o falsa si miramos a través de la ventana. Lo anterior es un poco más simple, pero las proposiciones de los científicos ofrecen a manera de hipótesis para darnos una explicación no se resuelven con mirar a través del microscopio o de una pantalla, son un tanto más complejos, y su verificación se realiza de manera indirecta con resultados experimentales que requieren del pensamiento lógico, del manejo de teorías y de la constante búsqueda.

¹¹ Rosenblueth Arturo, El método científico; Ediciones científicas, La Prensa Médica Mexicana, S.A. de C.V. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional/México.

Es difícil juzgar qué explicación científica es buena o mala, o cuál es mejor o peor, pues casi siempre no hay una única explicación o hipótesis, siempre se cuenta con una variedad de respuestas tentativas a ser comprobables.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Pintarrón o pizarrón
- Plumones o gises
- Borrador
- Una copia para cada estudiante de la tercera parte del texto *El Carbuncho azul*, de la página 119 a la 122.

Procedimiento

Recomendación: Lea con anticipación la información que se proporciona en los antecedentes y revise los ejercicios para que al momento de explicarlos a los alumnos usted tenga pleno conocimiento del tema.

Nota: La tarea pendiente para este día, era leer el texto de *El carbuncho azul* segunda parte, previendo que no todos los estudiantes hayan leído el texto, le recomendamos hacer un resumen breve del cuento para que todos participen y comprendan el tema a tratar en esta lección, pues en las siguientes actividades serán los alumnos quienes pondrán a prueba sus conocimientos e imaginación.

1. Inicie la clase leyendo a los estudiantes lo siguiente:

Hoy seremos más que unos simples estudiantes de primaria, porque desde hace algún tiempo quedó un caso sin resolverse y hoy tomaremos el lugar de Sherlock Holmes para resolver el robo de un valioso diamante. Cada uno de nosotros conoce el caso de *El carbuncho azul*, pues bien, hoy es el día en que nuestras habilidades como investigadores serán puestas a prueba, vamos a seguir los pasos de Sherlock Holmes y su amigo Watson para descubrir cómo llegó el valioso diamante al estomago del ganso que el señor Henry Baker perdió antes de navidad. Nuestra tarea consiste en leer entre líneas, ser sumamente observadores y estar pendiente de cada paso que van dando los personajes tras la cacería del ladrón.

Tenemos identificado el problema:

Un valioso diamante desapareció en el Hotel Cosmopolitan, un hombre aparentemente inocente ha sido condenado por el robo, pero además tenemos una escena del crimen con algunos otros personajes que también

deben ser considerados como sospechosos. En segundo lugar, contamos también con un sombrero y un ganso que al principio parecían insignificantes, pero que pronto se convirtieron en evidencias. Nuestros datos eran escasos hasta antes de interrogar al señor Henry Baker, obtuvimos más información, pero resultó que éste no tenía idea del valor del ganso que llevaba en sus manos, o al menos es lo que trata de hacernos creer.

La siguiente pista la obtuvimos en el Mesón de Alpha, de ahí nos enviaron con el señor Breckinridge con quien Holmes perdió una apuesta pero obtuvo más información, cuando todo parecía tener un orden, apareció un hombre que resultó ser el jefe de servicio del Hotel Cosmopolitan, quién también parecer estar siguiendo las mismas pistas.

Nuestra encomienda es hacer algunas suposiciones. Usemos nuestra imaginación para averiguar de qué forma llegó un valioso diamante al estomago de un ganso, tenemos una lista de sospechosos y un solo problema con muchas posibles respuestas.

2. Retiré a los estudiantes los cuadernillos de lectura.
3. Ahora sí, pida a los estudiantes que se acomoden en parejas y redacten en dos cuartillas máximo de su libreta de ciencias una posible respuesta al problema que Holmes y Watson investigan:

¿Cómo llegó el diamante al estomago del ganso? Es obvio que si resolvemos ese misterio conoceremos al ladrón.

Comenté a los estudiantes que deben tener en consideración cada uno de los datos que se señalan en el cuento de *El carbunclo azul* e ir explicando cómo llegaron a tal conclusión.

4. Pida a cada una de las parejas que expliquen brevemente la posible respuesta a la que han llegado. Vaya anotando las palabras clave de sus respuestas en el pizarrón para tener un registro y después compararlas con la respuesta original en la conclusión del cuento.
5. Una vez que todos hayan participado con sus conclusiones, entrégueles las copias de la última parte del cuento *El carbunclo azul*, de la página 119 a la 122. Inicie la lectura guiada y deténgase para resolver dudas o hacer comentarios.
6. Para finalizar la lección lea lo siguiente:

Los **casos policiales** suelen dar lugar al desarrollo de distintas hipótesis, lo que hemos hecho anteriormente es esta actividad es guiarnos por suposiciones, por conclusiones tentativas que pueden cambiar según sea el

caso. El científico trabaja de la misma manera ve los hechos, acomoda la información, se entera e investiga lo suficiente para poder llegar a posibles respuestas que correspondan con la realidad. Holmes utiliza la misma dinámica pero lo hace de manera veloz, pasa de un dato a otro, de un simple sombrero a la descripción de un sujeto desconocido, de una apuesta a la obtención de más información, y de una simple casualidad a la resolución de un misterio. La investigación científica al igual que Holmes no se detiene con datos cómodos, busca de manera constante y no se detiene hasta obtener las pruebas necesarias de la respuesta que se formula y así resolver el problema.

Evaluación

Usted puede evaluar las respuestas que los estudiantes dan en el paso tres del procedimiento. No tienen que dar la respuesta correcta de quién ha sido el ladrón, lo que tiene que evaluar es que la respuesta se siga de manera lógica y contenga la información del cuento.

LECCIÓN 11

Experimentación

Introducción

Si recordamos cómo se formulan las premisas, podemos percatarnos, que antes está la pregunta de lo que queremos saber. Pregunta en la que ya va implícita la observación y la investigación de los recursos relacionados con el tema de nuestra investigación, es decir: si a mí me interesa saber sobre las estrellas, entonces debo consultar los expedientes que se tengan, sobre el tema de las estrellas en: textos, en imágenes y en especie (monumentos, pinturas, restos fósiles, etc.) es importante consultar siempre lo que ya se ha dicho, tener antecedentes que nos sirvan para darle dirección a nuestra investigación. Ya habiendo investigado los recursos del pasado podemos pasar a la parte “creativa” de nuestra investigación. Como se dice coloquialmente “nos echaremos a pensar” sobre las distintas consecuencias que nos sirvan de explicación para extraer respuestas causalmente validas, que estén en la realidad.

En las lecciones ocho y nueve conocimos los dos procesos de razonamiento o inferencia que se utilizan en la ciencia: el inductivo y el deductivo. Para la inducción no es tan importante llegar a la verdad por medio del enunciado, para éste modo de razonamiento: es prioridad la experiencia, la observación. Mientras que para la deducción: es prioridad la lógica del enunciado, pues es así, cómo se obtendrán las consecuencias o mejor dicho; las posibles conclusiones que nos digan algo nuevo.

Quizás uno de los puntos fundamentales de toda investigación científica es la experimentación, debido a que es en éste paso cuando el científico pone a prueba todo su pensamiento lógico y las posibles consecuencias que encuentra en las inferencias que ha realizado. En éste paso el científico pasa a ser un actor en la investigación; manipulando, ocasionando o reproduciendo el objeto de su investigación. Cuando el científico experimenta, no hace otra cosa que provocar hechos o fenómenos para estudiarlos.

En la formulación de una hipótesis va incluida la información suficiente que responde o intenta responder a la pregunta de la qué parte nuestra investigación, y en la experimentación se pone a prueba todo lo anterior. En la experimentación se averigua más sobre el mundo que nos rodea, se busca el cómo y por qué funcionan las cosas. El científico se mueve por la curiosidad pero también debe estar bien informado, es importante que conozca qué es lo que desea saber, lo que sabe y lo que pretende probar antes de iniciar con la experimentación. Se dice que el científico experimenta, cuando influye activamente en algo para observar sus consecuencias. Después de llevar a cabo la experimentación, las pruebas deben analizarse, hay que

verificar los resultados para resolver la hipótesis con la que partimos nuestra experimentación. Entendemos entonces que un experimento es construido para poder explicar algún tipo de causalidad, sirve para predecir fenómenos y se construye para explicarlos.

Objetivos

Con la experimentación el científico ocasiona o reproduce los fenómenos que desea estudiar, los provoca y esto le facilita obtener datos observables que puede manipular. En este paso, los estudiantes reconocerán cómo por medio de la experimentación se pone a prueba una hipótesis.

Conocimientos

Saber en qué consiste el trabajo del científico al momento de hacer experimentos.

Habilidades

Reproducir fenómenos por medio de la experimentación de situaciones simples.

Aptitudes

Reconocer cómo en la vida cotidiana hacemos hipótesis y las resolvemos con experimentos simples.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

Experimento I

Materiales por equipo

- Manzana
- Cuchillo
- Limón
- Hielos
- Bolsa de plástico
- 4 Platos de plástico

Experimento II

- Una mesa limpia y desocupada
- Tres velas de tamaños distintos (chica, mediana, grande)

- Barra grande de plastilina o algún artefacto para parar las velas
- Un florero alto de cristal con un diámetro de aproximadamente 15 cm
- Un encendedor

Experimento III

- Una mesa limpia y desocupada
- Una pecera rectangular grande en la que pueda introducirse una botella de Pet mediana.
- Agua suficiente para llenar la pecera
- Una botella transparente de Pet (Mediana) con tapa.
- 4 monedas de 1 peso
- 5 Ligas
- Un globo
- Un clavo
- Encendedor
- 40 cm de tubo delgado

Experimento IV

- Un guante de hule
- Una liga
- Una botella de Pet de un litro sin tapa
- Un recipiente con agua (puede ser la misma pecera del experimento III)
- Una navaja o cutter

Procedimiento

Para esta lección cambiaremos un poco la dinámica de lecciones anteriores y trabajaremos en la elaboración de sencillos experimentos. Debido a que algunos de éstos necesitan obligatoriamente de la supervisión de un adulto le recomendamos seguir el orden propuesto a continuación pues en ocasiones los estudiantes podrán participar en los experimentos, y en otras, es preferible sean solo espectadores.

En cada uno de los experimentos sugeridos a continuación hemos incluido información breve que explica cómo funcionan los experimentos que los estudiantes verán. Antes de iniciar con los experimentos comente con los estudiantes cuál es la función de los experimentos en la ciencia, puede hacer un breve recuento de lo que ya se ha revisado en anteriores lecciones, hasta llegar al tema que ahora nos corresponde tocar. La idea es que los estudiantes logren precisar qué es un experimento y cuál es su función para la ciencia.

Los experimentos son utilizados en la ciencia para reproducir y manipular hechos, fenómenos y objetos del mundo a nuestro alrededor. La tarea -de usted- es crear el ambiente para que los estudiantes comprendan cómo funcionan

ciertos objetos como un submarino, verán cómo se producen fenómenos como la oxidación de las frutas, la combustión y la presión atmosférica.

En cada uno de los siguientes experimentos se incluyen actividades que los estudiantes deberán ir realizando mientras usted les presenta los experimentos. Le pedimos vaya dando las instrucciones de acuerdo al experimento que realiza.

Antes de dar las indicaciones sobre los experimentos le recomendamos revisar la lista de materiales y verificar que nada haga falta.

Experimento I

1. Indique a los estudiantes que formen equipos de 4 a 5 integrantes.
2. Coménteles lo siguiente a los estudiantes:

Has notado que cuando partimos una fruta toma después de cierto tiempo un color oscuro y que lo mismo pasa con las verduras. Vamos a averiguar qué es lo que ocurre y trataremos de revertir el problema utilizando algunos productos de cocina. Mantente atento a lo que ocurre, pues tendrás que obtener conclusiones a partir de tus observaciones.

Pasos a seguir:

- 1) Cortar la manzana en cuatro
- 2) Colocarlas sobre los platos
- 3) En el plato 1 colocar un cuarto de manzana
- 4) Envolver un cuarto de la manzana en el plástico y colocarlo en el plato 2.
- 5) En el plato 3 colocar un cuarto de manzana y verterle jugo de limón.
- 6) En el plato 4 colocar un cuarto de manzana y ponerle encima los hielos.
- 7) Esperar unos 20 minutos (Podemos pasar a los siguientes experimentos mientras esperamos la reacción de nuestro experimento)
- 8) Pida a los estudiantes que realicen la siguiente actividad (proporcione unos 15 min para que saquen sus conclusiones)

Saca tus propias inferencias del por qué ocurre el oscurecimiento de la manzana y de lo que crees sucederá ahora al intervenir haciendo pruebas con el limón, el plástico y los hielos. Anota las inferencias que hagas en tu libreta de ciencia, formula preguntas y imagina las posibles respuestas para llegar a una conclusión que te sirva de hipótesis ¿Qué crees que sucederá?. Guíate de tus experiencias, de las observaciones que recuerdes de tu vida diaria.

A continuación, te damos algunas ideas en forma de preguntas que pueden ayudarte para darle dirección a tu investigación. Al momento de responderlas analiza tus respuestas y trata de explicar por qué has llegado a esa conclusión.

-¿Qué otras frutas y verduras has visto que se oscurecen además de las manzanas?

-¿Qué propiedades caracterizan a estas frutas y verduras que se oscurecen? es decir; son duras o blandas, tienen cascara gruesa o delgada, tienen un color en común, una forma en común, o un sabor característico.

- ¿Qué provoca el oscurecimiento: es el cuchillo, es la fricción al momento de cortar, o es algo en el ambiente?

9) Mirar los resultados al final de los experimentos II, III y IV.

Experimento II

Pasos a seguir:

- 1) En una mesa limpia y desocupada coloque los materiales para el experimento, pida a los estudiantes que se acomoden en sus lugares (butacas) de modo que todos tengan visibilidad hacia la mesa (en este experimento los estudiantes serán espectadores de lo que pareciera un acto de magia.)
- 2) Con ayuda de la plastilina pare las tres velas sobre la mesa, poniendo la cantidad suficiente de plastilina en la base para que no se caigan. Acomode las velas en una línea, una después de la otra a unos dos centímetros de distancia de mayor a menor.
- 3) Encienda las velas y cúbralas con el florero boca abajo, háganlo con cuidado para no apagar las velas antes de tiempo.

*Cuando usted tape las tres velas con el florero éstas se irán apagando una por una en el orden de su tamaño, de la más grande a la más pequeña.

- 4) Haga las siguientes preguntas a los estudiantes y pídale que anoten sus respuestas en su libreta de ciencias.

-¿Cómo explicas lo que ha sucedido?

- ¿Qué hace que las velas se apaguen?

- ¿Por qué se van apagando de acuerdo con su tamaño?

- ¿Qué otras pruebas siguiere hacer para comprender mejor lo que sucede?

- 5) Repita el experimento unas dos veces más

Experimento III

Pasos a seguir:

- 1) Comente a los estudiantes que en este experimento vamos a simular cómo funciona un submarino.

*Debido a que utilizaremos fuego para perforar la botella le pedimos tome todas las precauciones y evite que los alumnos intervengan en este primer paso.

- 2) Lo primero que tendremos que hacer es marcar nuestra botella para posteriormente realizar unos agujeros. Contamos ocho centímetros a partir de la tapa hacia la base y hacemos la primera marca, las siguientes dos marcas deben estar a dos centímetros y medio una de otra. Ahora repetimos los pasos para obtener marcas a la misma distancia pero por el otro extremo. (Ver imagen)



- 3) Para el siguiente paso necesitamos del clavo y el encendedor. La dinámica es muy simple, ponemos el extremo de punta del clavo a calentarse en el fuego del encendedor, esperamos unos minutos y luego ponemos la punta caliente en las marcas que hemos puesto en la botella a fin de perforar nuestra botella en las seis marcas de los costados.
- 4) Ahora que tenemos la botella perforada a los lados, hagamos una última perforación en la tapa de la botella. El agujero de la tapa, debe permitir que el tubo delgado quepa en el espacio perforado, utilice nuevamente el clavo para perforar.
- 5) Siguiendo el paso. Necesitamos la liga, el tubo delgado y el globo. Al final del tubo delgado hay que sujetar la boca del globo con la liga, debemos hacerlo con la fuerza suficiente para que el globo no se zafe, pero sin aplastar el tubo.
- 6) Ahora que tenemos la tapa perforada y el globo unido al tubo, hay que meter el tubo en el espacio perforado en la tapa. El globo debe quedar del lado en que la tapa enrosca con la boca de la botella. Cerramos la botella y el globo queda dentro de ella.
- 7) Lo siguiente por hacer es colocar las monedas a la botella, para ello necesitamos de las cuatro ligas restantes. Tenemos que colocar las monedas por la base de la botella, en la mitad que no está perforada. Hay que sujetar cada una de las monedas con ayuda de las ligas.

Las monedas se sujetan con las ligas alrededor de esta parte de la botella



- 8) Ahora que tenemos el prototipo de un submarino armado, vamos a probarlo. Coloque agua en la pecera y deje unos cinco centímetros sin llenar para no derramar líquido por los bordes.
- 9) Infla el globo por el tubo delgado, mantenga cerrado el escape y ponga la botella en el agua de la pecera. Todos pueden ver que la botella flota, ahora vaya soltando poco a poco el aire por el escape del tubo hasta que el globo desinfe, verán como la botella se hunde en la pecera. Vuelva a inflar el globo nuevamente y verán como la botella vuelve a flotar.
- 10) Realice los siguientes cuestionamientos a los estudiantes, pídeles que anoten sus respuestas en su libreta de ciencias:

Describe cómo funciona el submarino según tus observaciones

¿Qué hace flotar la botella y cómo?

¿Qué hace que la botella se sumerja y cómo?

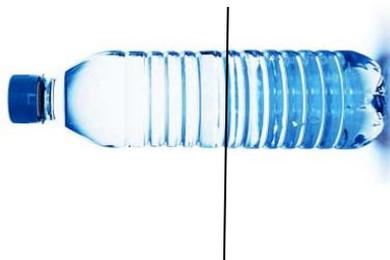
- 11) Permita que los estudiantes repitan la prueba de a uno por uno para que puedan responder a las preguntas.

Experimento IV

Pasos a seguir:

- 1) Lo primero que hay que hacer es cortar la botella de Pet por la mitad. Hágalo con mucho cuidado utilizando la navaja o cutter.

Corte aquí



- 2) La mitad de la botella que utilizaremos es la del lado de la tapa. Coloque el

guante de manera que recubra la botella. En caso de que el guante no ajuste bien a la botella rodeé el guante por la base con la liga.

- 3) Tenemos media botella rodeada por un guante y nuestro experimento consiste en lo siguiente:

Vamos a poner la parte hueca de nuestra botella sobre el agua y sumergirla. Vemos como el guante nos “saluda”, lo sumergimos y lo casamos para ver el efecto.

- 4) Pida a los estudiantes que expliquen lo que ocurre con el guante y anoten sus observaciones en su libreta de ciencia.

Actividades finales

Permita que los estudiantes hagan las pruebas necesarias con cada uno de los experimentos presentados para que completen sus observaciones y escriban sus explicaciones en su libreta de ciencia.

Importante:

En esta lección nos hemos encargado solamente de realizar experimentos sin dar las explicaciones correspondientes a lo que ocurre en cada caso. En la siguiente lección estaremos trabajando el tema de la explicación científica y será allí cuando queden resultas las dudas de los estudiantes. Le sugerimos no deshacerse de los materiales de los experimentos realizados en esta lección, pues le servirán para dar las explicaciones de la siguiente lección. En el caso de la manzana le sugerimos llevar una nueva y repetir el procedimiento, por los demás materiales no hay mayor problema sólo cuide que se mantengan en buenas condiciones.

LECCIÓN 12

Explicación: ¿qué podemos decir de los experimentos?

Introducción

En elecciones anteriores hablamos de la curiosidad, de cómo ésta se vuelve un instinto de supervivencia para el hombre. La curiosidad es eso que nos motiva –decíamos- “es el deseo de conocer”. El ser humano, experimenta en respuesta a las necesidades prácticas que le permitan obtener alimento y bebida, pero también encuentra ese deseo en la necesidad de explicarse la naturaleza y el universo. Cuando el ser humano busca resolver los problemas de las necesidades prácticas tiene que pasar por el ensayo-error, para obtener así conocimiento del medio, o lo que llamamos sentido común. Basados en la experiencia y la observación somos capaces de darle un orden causal a los hechos, sucesos y fenómenos del mundo, para explicárnoslos. Movidos por el sentido común somos capaces de prever y explicarnos cómo funcionan las cosas cotidianas a nuestra vida.

“Explicar es responder a la pregunta por qué. El que explica argumenta, da razones, vincula oraciones entre sí de modo que conforman un sentido general que pretende hacer inteligible el objeto de su explicación. Explicarse algo es entenderlo; es incorporarlo a una visión coherente de un dominio dado de referencia. El que explica se apoya siempre en innumerables presuposiciones y creencias previas de diversos niveles de generalidad; marcos conceptuales, teorías, datos.”¹²

Quien explica bajo el designio de la ciencia suele usar herramientas y estrategias probadas, validadas por la tradición científica a la que pertenece. El científico que algo nos explica, tiene en cuenta datos, leyes, teorías, conceptos hipótesis, etcétera, lo hace a partir de los productos de su propia intelección y nos ofrece ideas claras que nos sean comprensibles, que nos sean aceptables.

En ciencia se explica el mundo; los datos de las observaciones, los fenómenos. El científico parte siempre de la pregunta, e intenta darle una respuesta. La explicación nace del problema e intenta resolverlo. Podemos entender entonces; que explicar presupone un problema que, a su vez, se dirige a dar cuenta de lo novedoso. El trabajo del científico parte de la pregunta que a él intriga, pero en el momento en que resuelve el problema, éste deja de ser un asunto que sólo interesa a uno y él científico tiene que comunicar su descubrimiento tiene que hacerlo entendible para que sea aprobado y aceptado como un nuevo conocimiento.

¹² La explicación científica (leyes y modelos)

Objetivos

Que los estudiantes aprendan a identificar las explicaciones científicas de las de sentido común y aprecien que tipo de explicaciones adoptan para comprender su entorno.

Conocimientos

Que los estudiantes aprecien e identifiquen que las explicaciones científicas se elaboran a partir de la investigación y se comprueban con los experimentos.

Habilidades

Que los estudiantes distingan las explicaciones de sentido común y las explicaciones científicas.

Aptitudes

Que los estudiantes tengan la disposición para la investigación y elaboren sus propias explicaciones.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Pizarrón
- Proyector
- Computadora
- Disco con diapositivas, *Explicación: ¿qué podemos decir de los experimentos?*

Procedimiento

En la lección anterior los estudiantes observaron e hicieron anotaciones de los experimentos elaborados en clase, y en esta lección tendrán que reconocer: qué tipo de explicación dieron a los fenómenos vistos. Esto se lograra tomando en cuenta las explicaciones científicas que ahora se expondrán.

En el disco de diapositivas le ofrecemos las explicaciones de los experimentos junto con imágenes y algunos otros datos que pueden ser interesantes para la sesión.

1. Coloque todos los materiales de los experimentos utilizados en la sesión anterior sobre una mesa al frente, de modo que todos los estudiantes tengan la visibilidad suficiente.
2. Dibuje tres líneas verticales en el pizarrón que lo dividan en cuatro partes iguales.
3. En el primer recuadro escriba Experimento I y pida la participación de los estudiantes para elaborar una explicación del experimento que observaron la sesión anterior. Deben considerar los materiales que se utilizaron, los resultados que se obtuvieron, las observaciones que se conozcan de casos que se hayan experimentado en la vida diaria, datos que se conozcan por tradición oral, etc.
4. Repita el procedimiento en cada uno de recuadros escribiendo la información que se obtenga de los Experimentos II, III y IV. Considere de media hora a cuarenta minutos para la actividad y continúe con la exposición en diapositivas.
5. Inicie la explicación con diapositivas del Experimento I. No olvide repetir el experimento y detenerse en la exposición cada vez que los estudiantes tengan alguna duda o quieran hacer un comentario.

Sugerencias para la explicación: Haga notar la importancia de la experimentación, los estudiantes deben darse cuenta de que la información que usted les está exponiendo no es algo dado, es el resultado del estudio, de la investigación, de la experiencia y de la observación.

Más allá de que los estudiantes aprendan que las frutas están formadas de células y que éstas a su vez tienen contenidas otras sustancias en pequeños compartimentos imperceptibles a simple vista, y que son esas sustancias las que ocasionan las reacciones químicas que nos explican el oscurecimiento de las frutas. Debemos enfatizar y lograr que ellos identifiquen y den cuenta, de cómo la explicación que nos proporciona la ciencia, nos resultaría ambigua sino se nos diera de una manera lógica, -más allá de que quizás ninguno de nosotros ha visto una célula a través de un microscopio-.

6. Continúe con la exposición de acuerdo con las diapositivas. Realice la explicación de los experimentos y deténgase cada vez que los estudiantes tengan alguna duda o quieran hacer un comentario.
7. Concluida la exposición de cada uno de los experimentos pregunté a los estudiantes si las explicaciones que hicieron previamente tiene alguna similitud con las explicaciones científica que usted les ha expuesto. Vuelva a comentar con ellos sus explicaciones y retome

algunos puntos de la exposición de ser necesario, incluso repita los experimentos.

Actividad final y evaluación

Pídales a los estudiantes que le entreguen un escrito breve de alguno de los experimentos, el que cada uno elija, y que lo nombren según corresponda:

- La química de las frutas y las verduras
- Combustión
- ¿Qué es un submarino?
- La presión atmosférica

LECCIÓN 13

Descubrimientos

Introducción

Los descubrimientos pertenecen al contexto del investigador, a la mirada del buen observador que está ahí para notar en una maraña de hechos caóticos algo valioso. La cuestión de cómo se efectúan los descubrimientos en ciencia ha sido analizada desde la antigüedad, entonces se planteaba que, para elevar las impresiones sensibles al grado de universalidad requerido por la ciencia, eran necesarios dos procedimientos distintos: uno que parte de la lógica de la naturaleza, resulta de una comprensión de las propias experiencias y se vuelve un tipo de conocimiento empírico y otro que Aristóteles denomina “abstracción”, una acción iluminadora del entendimiento que está relacionada con la capacidad cognitiva, con la creatividad, con la genialidad e inspiración del investigador, que depende también de su formación previa, dedicación al estudio y fuerza de voluntad.

En esta lección trataremos sobre el tema de los descubrimientos, vamos a averiguar cómo se gestan los descubrimientos, a dejar de lado la genialidad del científico, ese misticismo que le rodea, para ver más bien la lucha constante en que se debate por tratar de hallar lo novedoso, por estudiar, investigar, comprender, transformar el mundo y resolver problemas. Los descubrimientos no son azarosos, no le llegan al científico de la nada, estos son sólo posibles por la curiosidad de estos hombres, por eso, en esta lección queremos mostrar al científico sin ese halo “genio”, más bien hay que verlo en sus batallas, en sus sueños por conseguir un objetivo, una respuesta. Conocemos la idea que desde el inicio a perseguido esta guía, y ha sido la de despertar el interés de los estudiantes por querer saber, por reflexionar sobre lo que saben y por darse cuenta también que algo ignoran. Con éste tema *Descubrimiento* pretendemos adentrarlos a la novedad de las cosas que desconocen, para que busquen comprender lo que no comprenden y se apropien de conocimientos nuevos con el descubrimiento.

Objetivos

De la misma forma que el científico hace descubrimientos develando la realidad por medio de la investigación y del estudio, en esta lección los estudiantes deberán emplear sus propios conocimientos para adquirir nuevos conocimientos.

Conocimientos

Los estudiantes tendrán que reconocer que hay cosas que ignoran y eso que ignoran debe convertirse en un impulso por querer saber más.

Aptitudes

Despertar el interés de los estudiantes por querer conocer el por qué y el cómo de hechos particulares que les lleven adquirir nuevos conocimientos.

Habilidades

Los estudiantes atenderán sus propias carencias, sus espacios vacíos de conocimiento y buscarán descubrir nuevas cosas.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Pizarrón
- Gises o marcadores
- Video en CD del documental *“Historia de la electricidad”*
- Televisión y DVD

Materiales para el experimento I del segundo paso

- Una pieza de ámbar
- Prenda de lana

Materiales para el experimento I del cuarto paso

- Sorbetes(Popotes) los necesarios para cada estudiante
- Globo
- Vaso
- Detergente
- Superficie lisa
- Prenda de lana*

Materiales para el experimento II del cuarto paso

- Papel aluminio
- Tijera
- Pegamento
- Globo

Procedimiento

En nuestros días, resulta sumamente dificultoso imaginar a nuestras civilizaciones carentes de energía eléctrica y, de cierto modo, nos hemos hecho dependientes de la electricidad, esto, porque prácticamente en cada

rincón del planeta en donde habita el hombre, por más alejado y solitario que se encuentre, alguna forma de electricidad le acompaña. Por eso en esta lección revisaremos la historia de la electricidad, vislumbraremos en cada etapa del desarrollo de la misma, las motivaciones de cada uno de los hombres de ciencia que participaron con sus descubrimientos, partiremos desde el antecedente más antiguo con el choque de las piezas de ámbar hasta el momento de ver una ciudad iluminada.

En esta sesión la iniciaremos con la proyección del documental “*Historia de la electricidad*”. La dinámica será la siguiente: usted tendrá que detener el vídeo según las indicaciones del procedimiento, vamos a involucrar a los estudiantes en la historia del descubrimiento de la electricidad con algunos ejemplos de los experimentos y datos relevantes. Haremos a los estudiantes participes en la historia para que no pierdan la atención e interés por el tema.

1._ Inicie la sesión preguntando *¿Qué es la electricidad?* pida la respuesta a los estudiantes y que la escriban en su libreta de ciencias, usted no les dé respuesta alguna, escúchelos y luego comente lo siguiente:

La palabra electricidad proviene del griego *elektron*, término que refiere al ámbar y todo se debe al hecho de que fue en la Antigua Grecia en donde se comenzó a estudiar el fenómeno de la electricidad por primera vez en la historia de la humanidad. Tales de Mileto, fue uno de los primeros hombres de ciencia en estudiar la electricidad, por el año 600 a.C., Tales realizó algunos experimentos de electrostática frotando ámbar contra plumas y otros objetos similares, elaborando algunos de los primeros conceptos acerca de las formas de electricidad, las cargas eléctricas y la electrostática.

2._ Repetiremos el experimento que los griegos realizaron con el ámbar, necesitamos los siguientes materiales: la pieza de ámbar y el trozo de lana. Frote el trozo de lana con la pieza de ámbar durante unos treinta segundos, luego pida a los estudiantes que toquen la superficie de la pieza de ámbar, ellos sentirán pequeños choques eléctricos. Esto es, porque dejando de lado las ideas básicas que todos tenemos sobre la electricidad, los aparatos eléctricos y demás, nuestro propio cuerpo tiene electricidad y funciona con ella, recorriendo todo nuestro sistema nervioso y moviéndose a lo largo de todo nuestro organismo.

3._ La electricidad no se inventó, sino que se descubrió, ya que es una fuerza de la naturaleza. Sin embargo, debió ser entendida para poder utilizarla como hacemos hoy en día. Ahora sí, reproduzca el vídeo “*Historia de la electricidad*” y siga las demás instrucciones.

4._ (Detenga el video en el minuto nueve) De la misma forma en que los llamados “electricistas” hacían sus exhibiciones para mostrar el poder de la electricidad estática, usted, mostrara a los estudiantes dos experimentos que los sorprenderán:

Experimento I

Primero demostraremos cómo las cargas electrostáticas pueden atraer objetos que no están cargados. Para ello, vamos a preparar una solución jabonosa colocando un poco de agua dentro del vaso, y una cucharada de detergente.

Tomé el sorbete e introdúzcalo dentro del líquido, sáquelo, soplo desde la parte seca y apunte sobre una superficie lisa, verá cómo se crea una burbuja a la mitad en forma de cúpula, retire el sorbete y ahora frote el globo inflado en la prenda de lana para que se cargue con electricidad estática, y acérquelo a la burbuja. Observe como la burbuja es atraída por el globo aunque no tenga carga eléctrica (la burbuja).

Ahora realice el mismo experimento, pero cree una burbuja extra y más pequeña, dentro de la primera. Nuevamente acerque el globo cargado y observe lo que sucede; curiosamente, la burbuja interior no sufre ninguna atracción.

Experimento II

Tome el rollo de papel aluminio y corte dos tiras angostas de aproximadamente un centímetro, y un largo igual al ancho del rollo. Con el pegamento, una los extremos de cada una, para formar una figura cerrada. Luego tome ambas figuras y colóquelas perpendicularmente, péguelas también en una de las esquinas, para formar un “cuerpo” como se muestra en la figura. Otra opción, es luego de cortar las tiras, pegarlas todas juntas en un punto en donde coincidan sus puntas.

Luego de secado el pegamento, deje “el cuerpo” sobre la mesa, infle el globo y cárguelo con electricidad estática frotándolo contra el paño de lana, aunque también puede frotarlo con su cabello o el de algún voluntario de la clase.

Observen como la burbuja es atraída hacía el globo, cómo se estira y deforma por la fuerza de atracción que éste ejerce sobre ella. Permita que los estudiantes se acerquen y repitan la prueba. (Continué con la presentación del vídeo.)

5._ Al finalizar el vídeo haga los siguientes comentarios.

Diversos experimentos e hipótesis se fueron desarrollando a lo largo de la historia, sin embargo, no fue hasta el siglo XVII que nuevos conocimientos significativos vieron la luz. Para entonces el médico y científico William Gilbert, trajo nuevos avances en torno al magnetismo, el electromagnetismo y la corriente estática, además del importante hecho de determinar que las fuerzas eléctricas se movían como un fluido. Este concepto sirvió de mucho en los años posteriores y en el año 1729, permitió a Stephen Gray dar cuenta

de que ese fluido podía transmitirse desde algunos materiales a otros, llamándolos conductores a los que lo hacían y no conductores a los que no.

Con los experimentos e inventos de los científicos holandeses Ewald von Kleist y Pieter van Musschenbroek, como la famosa botella de Leyden, se logró comprender cada vez más el funcionamiento y el comportamiento de esta energía. En 1752 Benjamín Franklin realizó su conocido experimento de la cometa, dando cuenta que la electricidad también estaba presente en fenómenos climáticos como los rayos, mientras que además, Franklin también introduce la idea de que existían flujos eléctricos negativos y positivos. A fines del 1700, el francés Charles Augustin de Coulomb logra determinar algunas de las variables que afectan a una fuerza eléctrica y en el próximo siglo, el descubrimiento de la existencia de los electrones, en 1897, da lugar a la era de la electricidad moderna.

Todos estos aportes, a lo largo de la historia, han permitido describir la electricidad como todo el amplio conjunto de efectos físicos relacionados con la fuerza, la presencia, el movimiento y el flujo cargas eléctricas o las partículas cargadas electrónicamente, a través de la materia y el espacio. En ella entran todos los fenómenos relacionados, como los rayos, la corriente eléctrica, la inducción electromagnética o la electrostática, de la cual ya hemos visto algunos ejemplos.

La electricidad es también una parte fundamental de nuestra sociedad moderna y estilos de vida, sólo hay que detenernos a pensar en la cantidad de aparatos que no funcionarían sin energía eléctrica. Es difícil imaginar un mundo sin computadoras, televisores, radios, microondas, planchas, teléfonos etc., además tenemos que agregar que gracias a la electricidad muchos descubrimientos posteriores han sido posibles.

Actividades finales

Comente con los estudiantes si ellos han podido reconocer en el vídeo de *“Historia de la electricidad”* el momento del “descubrimiento”, las aportaciones que desde su contexto fueron hallando cada uno de esos hombres de ciencia que lograron la manipulación y control de la electricidad, e hicieron posible la luz, y también el avance de la ciencia en otros aspectos que han sido relevantes para mejorar las condiciones de vida de los hombres.

Extensiones

Indique a los estudiantes que para trabajar el tema de la siguiente sesión tendrán que leer “El Eureka de Arquímedes”, entregue las copias de la página 123 a la 125.

LECCIÓN 14

Serendipia

Introducción

En esta lección hablaremos de los hallazgos llamados “serendipias”, término que hace referencia a la facultad de lograr descubrimientos afortunados por una eventualidad. El término *serendipity* (*serendipia*, en castellano) fue acuñado por Lord Horace Walpole, conde de Oxford (1717-1797), arquitecto innovador, político y escritor británico, para describir algo así como el “hallazgo afortunado”, el término se deriva del cuento de hadas “los tres príncipes de Serendip”. En esta narración, tres príncipes procedentes del mítico país de Serendip, viajan por el mundo a petición de su padre, con el objeto de conocer el mundo, los príncipes realizan varias deducciones a partir de la información que consiguen gracias a su capacidad de observación y a su sagacidad.

Cuando Walpole utiliza el término “serendipia” habla de la sagacidad, entendida como aquella capacidad cognitiva o de discernimiento mental necesaria para reconocer que una determinada observación posee un significado y una trascendencia importante. Es precisamente esa sagacidad la que nos interesa destacar, dijo Pasteur hace ya más de un siglo “en el reino de la observación científica, la suerte está reservada sólo para aquellos que están preparados para aprovecharla” y el hombre de ciencia debe estar preparado para el hallazgo.

Objetivos

Destacar la importancia de la observación y la sagacidad del científico, entendida como la capacidad cognitiva que le permite obtener deducciones que le lleven a un nuevo descubrimiento, pero no sólo en el hombre de ciencia obtiene hallazgos afortunados, esto ocurre también cada vez que comprendemos algo nuevo y eso precisamente es lo que queremos hacer notar a los estudiantes.

Conocimientos

Los estudiantes comprenderán cómo el hombre de ciencia emplea sus propios conocimientos para la adquisición de nuevos conocimientos por medio del hallazgo.

Habilidades

Los estudiantes aprenderán a utilizar el término serendipia cuando adquieran un nuevo conocimiento por medio del accidente o la casualidad.

Aptitudes

La disposición para aprender y compartir conocimientos.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Disco con diapositivas Lección 14
- Proyector
- Computadora

Procedimiento

Para explicar el tema de la “Serendipia” vamos a hacer una presentación por medio de diapositivas en las cuales se relataran algunos hallazgos afortunados de la ciencia y datos interesantes que seguramente sorprenderán a los estudiantes.

1._ Inicie la sesión rescatando las ideas principales de la lección sobre “Descubrimientos” pregunte a los estudiantes que les ha parecido la historia de la electricidad, cuestione sobre lo que han aprendido e invítelos a dar una breve reflexión del tema.

2._ Pregunte a los estudiantes si han visto alguna relación del descubrimiento de la electricidad con el afortunado hallazgo de Arquímedes, según la lectura que han realizado.

- Si recordamos la historia, Arquímedes no se encontraba haciendo experimentos o pruebas, él estaba tomando un baño cuando de pronto hizo un descubrimiento. ¿Qué fue lo que sucedió? la respuesta no es tan simple como un golpe de suerte, tiene un ingrediente secreto, la sagacidad, poder ver lo que otros no han visto por una capacidad cognitiva inquieta y curiosa.

3._ Pida a los estudiantes que se reúnan en parejas y discutan qué elementos de los que se vale la ciencia para llegar a un nuevo conocimiento podemos encontrar en la historia de Arquímedes, es decir, pídales que identifiquen si el descubrimiento parte de un método inductivo o deductivo; si hay una hipótesis; si hay una experimentación; cuales son las conclusiones y que ejemplos pueden dar de la vida cotidiana.

4._ Luego de hacer la revisión del texto, dé la indicación para que en parejas elaboren un diagrama con los pasos que ellos consideran pertinentes para

llegar a un nuevo conocimiento. Los estudiantes pueden elegir un tema de su interés, el que ellos quieran, lo importante es que tengan presente lo que se ha revisado en la guía. Lo que usted evaluará del diagrama, es la coherencia con los temas que hemos revisado, que haya una observación, una pregunta, un método inductivo o deductivo, una hipótesis, un experimento, una explicación y pueda llegarse a un descubrimiento o nuevo conocimiento.

5._ Continúe con la exposición del tema que ahora nos compete utilizando las diapositivas. No olvide detenerse a escuchar los comentarios de los estudiantes y pedir su opinión respecto al tema.

6._ Cuando la exposición concluya cierre la sesión pidiendo la participación de los estudiantes.

Actividades finales

Como parte final, pida a los estudiantes que le entreguen sus libretas de ciencia para que usted pueda revisar y evaluar el diagrama que han elaborado.

LECCIÓN 15

El teléfono: un fantástico descubrimiento

Introducción

Nuestras actividades cotidianas se hayan ligadas a la ciencia y su quehacer. Diariamente llevamos a cabo acciones en relación con la experimentación, empleamos nociones científicas adaptándolas a nuestras necesidades o circunstancias. Tomamos parte en la manipulación de objetos, transformamos la materia, por ejemplo: en los cambios físicos del agua en solido, liquido y gaseoso; utilizamos unidades de medida para saber el tiempo, la temperatura, la distancia, el peso; provocamos reacciones químicas en la cocción de alimentos, en la digestión de los mismos, en la respiración (por intercambio de oxígeno por dióxido de carbono) además siempre estamos indagando, buscando soluciones, formulando preguntas y haciendo descubrimientos.

La ciencia no constituye entonces un sistema independiente y aislado; existe como un elemento de la sociedad humana, de la cultura, de las distintas formas de vida y mentalidad de las personas.

En esta lección trataremos el tema de la invención y de los aportes de la ciencia a la vida corriente. Vamos a reflexionar sobre el papel que tiene de la ciencia en nuestro tiempo, de cómo incursiona en nuestras vidas por el uso de la tecnología; de cómo va transformando la cultura, el entorno físico, la forma de vida y la convivencia social. Elegimos relatar la historia del teléfono, un objeto popular, y que seguramente en más de una vez hemos utilizado. En la invención del teléfono podremos percatarnos de la importancia del estudio sistemático y controlado, de la reflexión, de la propuesta, de la novedad y del descubrimiento pero también de los cambios que se han generado a través de la investigación y el uso de conocimientos científicos.

En el relato de la invención del teléfono vamos a matizar sobre el papel de la ciencia para con la tecnología, pues cabe aclarar que ciencia y tecnología no están separadas, no trabajan de manera independiente, es por eso que con frecuencia se les confunde pues su relación no queda muy clara. La confusión surge porque la distinción más clara o evidente que tenemos para diferenciar a la ciencia de todo lo demás es a través de los objetos tecnológicos.

Objetivos

Los estudiantes participaran en una actividad científica que les permitirá estar en contacto con los hechos; experimentar, hacer predicciones, manipular objetos y poner a prueba sus interpretaciones.

Conocimientos

Que el estudiante redescubra y comprenda los principios básicos de toda investigación científica.

Habilidades

Qué el estudiante participe en la elaboración de experimentos, siendo parte de ellos, con su participación activa en la experimentación notará que conoce en la observación y reflexión propia.

Aptitudes

Qué el estudiante trate de desarrollar la capacidad de observar y comprender por sí mismo.

Antecedentes

La capacidad de comunicarse es una aptitud que los seres vivos desarrollaron para entenderse con otros de su misma especie, sirviéndose de instrumentos biológicos o tecnológicos. Para esta tarea la especie humana dispone de instrumentos biológicos de comunicación equivalentes a los que poseen otras especies. Algunos estudios científicos nos han mostrado que la anatomía del cuerpo humano, al igual que la de otros animales, cuenta con varios sistemas como el visual, el fono-acústico, el táctil y el olfato-gustativo. Sin embargo, se dice que nuestra especie se diferencia de los animales a partir del momento en el que es capaz de extender tecnológicamente la capacidad comunicativa de sus instrumentos biológicos a través de recursos tecnológicos.

La creación de instrumentos de comunicación que posibiliten ampliar los límites del espacio y del tiempo comunicativo es un producto del trabajo humano. Pero ¿a qué nos referimos cuando hablamos de espacio y tiempo comunicativo? La necesidad de comunicación ha existido siempre, pero no siempre ha habido formas de acortar el tiempo en que tarda un mensaje en llegar a una determinada distancia. Por esto, el ser humano ha recurrido a técnicas que le permiten capturar unas formas de energía en otras (como cuando el sonido viaja a través de la electricidad), generando señales más rápidas y de mayor alcance (como las transmisiones digitales por medios físicos, o el WiFi y los Routers inalámbricos), o más distinguibles entre ellas (en el caso de la magnitud de frecuencia), logrando así multiplicar su capacidad comunicativa.

Los objetos tecnológicos como el telégrafo, la radio, la televisión y las impresoras son instrumentos para multiplicar la producción de expresiones. El teléfono es un instrumento de transmisión de señales acústicas a través de eléctricas, que proporciona mayor alcance para la difusión. Cabe destacar que los instrumentos tecnológicos de comunicación deben funcionar dentro de los límites que permiten nuestros sistemas biológicos de comunicación; es decir,

los instrumentos tecnológicos deben estar ajustados a las señales que los órganos de nuestros sentidos puedan procesar.

El uso de los descubrimientos científicos, sumados a los procedimientos tecnológicos han buscado alcanzar uno de tantos fines, a saber; el de adaptarse a las necesidades de distintos grupos sociales en distintos momentos. El teléfono es un objeto que integra conocimientos y procedimientos, mediante los cuales, se han dado cambios significativos para ampliar la comunicación entre los seres humanos.

El cambio del teléfono fijo al teléfono celular es un claro ejemplo de la adecuación de los objetos tecnológicos a los deseos humanos, tanto para ser más viables y funcionales, como para cubrir los requerimientos o demandas de una sociedad pues, además de ser adaptados a nuestros sentidos mediante funciones de memoria, audio, tacto, vista, etc., el teléfono también ha sido adecuado a la movilidad de las personas y es que, el hecho de quedar incomunicado al salir de casa, mermaba la actividad de los individuos al momento de trasladarse de un lugar a otro. Por consiguiente, nació la idea de un teléfono sin cable, que revolucionara la forma de comunicarse.

La comunicación móvil con ayuda de los teléfonos celulares comenzó hace unos cuarenta años y, a pesar de su corta edad, hoy ocupa un lugar importante dentro de la sociedad, pues lo que en algún tiempo parecía inverosímil ahora es posible gracias al uso de aparatos de comunicación que facilitan la interacción con las personas en distintas partes del mundo. Estos pequeños aparatos se han convertido en una necesidad común, ya que no sólo permiten la comunicación por voz, sino que cada vez se añaden nuevas funciones a los teléfonos móviles, como son los mensajes de texto, las aplicaciones de juegos y cámara, o el acceso a internet -el cual no sólo permite la comunicación, sino también el acceso a la información-.

El teléfono, desde su invención ha sido considerado un gran adelanto y nos sigue sorprendiendo porque se mantiene vigente y a la vanguardia de las necesidades cada vez más exigentes de sus usuarios. Su impacto es tal que se ha adaptado a las diferentes culturas alrededor del mundo.

Materiales

Nota: Para las siguientes actividades se requieren distintos tipos de materiales y muchos de estos dependerán del ingenio y la comodidad de los estudiantes, pues la intención de estas actividades es que ellos pongan a prueba sus capacidades y se pregunten de qué forma alcanzaran un mejor resultado.

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

Propios del grupo

- Pintarrón o pizarrón
- Plumones o gises
- Borrador
- Una mesa desocupada
- Tres pares de vasos; de plástico, cartón, o unicel, de diferentes tamaños.
- Tres trozos de cuerda de distintos grosores y de los siguientes materiales: tela, plástico y cobre, de dos a tres metros de largo cada uno.
- Un clavo
- Una aguja
- Tijeras
- Una vela
- Encendedor
- Un juego de copias por cada estudiante de la lectura: *El teletrófono de Meucci*, página 126.

Procedimiento

1. Ponga los materiales en una mesa a disposición de los estudiantes.

Nota: Escriba las instrucciones en algún sitio visible del pintarrón o pizarrón para que los estudiantes las sigan paso a paso.

2. Hay que realizar un agujero en el fondo de cada vaso con la ayuda del clavo o de la aguja. Con la aguja podemos perforar el plástico y unicel más fácilmente si la calentamos. El uso del clavo o de la aguja dependerá del grosor de la cuerda.
3. Ya que tenemos perforados los dos vasos hay que pasar un extremo del cordón o cuerda a través de cada uno de los orificios. Cuando la cuerda atraviese el otro lado, hay que hacer un nudo para que la cuerda se detenga y no salga por el agujero.
4. Realicen el experimento para comprobar qué tan funcional resulta su diseño. Retírense uno del otro a una distancia considerable para que la cuerda se tense y puedan comenzar a hablar; uno acercando el vaso a la boca, el otro compañero juntando el envase a su oreja (y viceversa).
5. Pueden modificar el experimento para conseguir mejorarlo, es decir, hagan diferentes pruebas con los materiales disponibles y describan en su libreta de ciencias lo que sucede.

Actividades finales

Considerando los resultados de la actividad anterior vamos a investigar cómo mejorar este sencillo sistema de comunicación. Para ello, habrá que responder al siguiente cuestionario.

1. ¿Qué clase de material transmite mejor el sonido?
2. ¿Cómo afecta el grosor de la cuerda a la transmisión del sonido?
3. ¿Cómo influye la longitud de la cuerda en la calidad de la comunicación recibida?
4. ¿Es mejor usar vasos o latas?
5. ¿Cómo influye la forma de los vasos o latas? ¿Cuál es la forma óptima?

Extensiones

Haga entrega de la lectura correspondiente a esta lección y pida a sus estudiantes que redacten sus impresiones acerca del invento de Meucci y de cómo vino a cambiar la forma de vida de nuestra sociedad. También, invítelos a que describan qué objeto tecnológico están en posibilidad de mejorar o qué se les ocurriría inventar.

Evaluación

Revise que los alumnos participen de manera activa en la realización del experimento y haga un sondeo preguntado al azar los cuestionamientos indicados como actividades finales. También puede considerar en la evaluación lo que ellos escriban en su redacción sobre el invento de Meucci. En éste último modo de evaluar, lo que cada uno de los estudiantes redacte dependerá de factores externos a la clase, es decir, que son influidos por su entorno.

LECCIÓN 16

La investigación

Introducción

Para dar por entendidos los temas trabajados en éste modulo de la filosofía de la ciencia, cerraremos con la dinámica de un experimento realizado por el psicólogo Harry F. Harlow, quien hizo un interesante descubrimiento sobre el comportamiento humano, encontrando una nueva forma de entender qué nos motiva.

El objetivo en parte de esta guía ha sido mostrar que el pensamiento científico se ha incluido en nuestra cultura, en el estilo de vida que llevamos y en la comprensión que tenemos del mundo. Es bajo los estatutos de la ciencia que podemos afirmar o negar ciertas cosas. La investigación científica ha permitido que se rompa con ideas erróneas, con aprendizajes transmitidos por la tradición y que no tienen una demostración plausible y se aceptan sólo por las condiciones culturales y el contexto al que pertenecen, en ese sentido muchos ejemplos podrían ser citados, para poner en evidencia cómo las afirmaciones de la ciencia han roto con concepciones vagas sobre la realidad, dando paso al análisis profundo de las respuestas. A lo largo de la historia de la humanidad han sido muchos los mitos y los tabús que se han delegado a una explicación más lógica y racional. Aunque no podemos dejar de mencionar que la ciencia también ha sido rechazada por ser transgresora de lo que se tiene como verdad. Esto es porque la novedad de un descubrimiento siempre rompe con una cierta armonía de lo que se acepta en base a sistemas ideales.

Con la aplicación metódica de las lecciones de esta guía hemos tratado de adentrar a los estudiantes al mundo de la ciencia desde la actividad práctica del científico, siempre tratando de explicarles que la actividad de preguntarse y de querer comprender el mundo no se desarrolla sólo en los laboratorios, sino en una capacidad inherente a todo ser humano, que se resume en la necesidad que tenemos de comprender, de querer saber y de ser parte del mundo, por medio del estudio y de la experiencia. El acercamiento del ser humano a las cosas del mundo, se da por la exploración, porque hay un impulso hacia lo desconocido, nos mueve el querer saber. Cuando por primera vez vemos un objeto, al observarlo lo reconocemos como algo distinto y llama nuestra atención precisamente por ese desconocimiento y lo que nos mueve a descubrir qué es, puede entenderse como curiosidad.

Objetivos

En esta lección los estudiantes se volverán actores del proceso de investigación, lo que les permitirá utilizar y llevar a la práctica lo que han aprendido, retomando uno a uno los pasos que sigue el científico; pasando de la observación al experimento. En una segunda parte de la lección

reconocerán en sus acciones las conclusiones de la investigación que han hecho Harlow y Deci.

Conocimientos

Enseñar a investigar, para que los estudiantes generen un pensamiento propio y una comprensión de ideas científicas, o de cualquier índole que se les presente en la vida común.

Habilidades

Reconocer la curiosidad como algo inherente a todo ser humano e identificarla como una motivación que nos mueve a querer comprender el mundo.

Aptitudes

Estimular en pensamiento crítico, la creatividad, para vitalizar el proceso de aprendizaje individual.

Antecedentes

¿Por qué hacemos lo que hacemos?¹³

*Nadie motiva a nadie; nos motivamos, nos movemos, nos emocionamos nosotros mismos, todos y cada uno de nosotros.*¹⁴

Harry F. Harlow era un profesor de psicología de la universidad de Wisconsin que, en la década de los cuarenta, organizó uno de los primeros laboratorios del mundo dedicados al estudio del comportamiento de los primates. Un día de 1949, Harlow y dos colegas suyos reunieron a ocho monos rhesus para someterlos a un experimento sobre el aprendizaje que duraría dos semanas. Los investigadores diseñaron un sencillo rompecabezas mecánico, la solución requería tirar de la aguja vertical, abrir el gancho y levantar la tapa. Bastante fácil para nosotros, pero mucho más complicado para un mono de laboratorio de seis kilos de peso.

Los investigadores colocaron los mecanismos en las jaulas de los monos para observar, su reacción y con el objetivo de probar su capacidad resolutiva al final de las dos semanas. Sin estar empujados por ninguna necesidad externa

¹³ Este texto es un extracto de la Introducción: Los rompedores rompecabezas de Harry Harlow y Edward Deci del libro *La sorprendente verdad sobre qué nos motiva* de Daniel H. Pink. Algunas partes del han sido omitidas por la extensión del texto y el tipo de lenguaje usado por el autor. Los comentarios y el análisis final no corresponden al texto original, son complementarios y se hacen de manera más laxa.

¹⁴ *La sorprendente verdad sobre qué nos motiva*. Daniel H. Pink, pg. 15

ni animados por ninguno de los investigadores, los monos se pusieron a jugar con los mecanismos con concentración, determinación y lo que parecía deleite. Al poco tiempo empezaron a descubrir cómo funcionaban los artilugios. Cuando Harlow sometió a los monos a la misma prueba durante los días 13 y 14 del experimento, los primates ya eran grandes expertos. Resolvían el mecanismo a menudo y con rapidez; dos tercios de las veces lo desmontaban en menos de sesenta segundos.

Pero resultaba raro. Nadie había enseñado a los monos a quitar la aguja, deslizar el gancho y levantar la tapa. Nadie los había recompensado con comida, afecto, ni siquiera un débil aplauso cuando lo lograban. Y eso se contradecía con las nociones aceptadas sobre cómo se comportan los primates...incluidos los de cerebro mayor y menos pelo conocidos como seres humanos.

Los científicos eran conscientes entonces de que existían dos impulsos biológicos. Los humanos y otros animales comían para satisfacer el hambre, bebían para saciar la sed y copulaban para colmar su apetito carnal. Pero nada de esto ocurría en este caso “la situación no llevaba ni a la comida, ni a la bebida, ni a la gratificación sexual”, informó Harlow.

Sin embargo el otro impulso conocido tampoco era capaz de explicar ese comportamiento peculiar de los monos. Si las motivaciones biológicas eran internas, este segundo impulso venía de fuera: las gratificaciones y los castigos que da el entorno al comportarse de cierta manera. Esto último era algo realmente comprobable en los humanos, que respondíamos de manera exquisita a tales fuerzas externas “si prometieras subirnos el sueldo, trabajaríamos con más esfuerzo; “si sugirieras que podemos sacar un sobresaliente en el examen, estudiaríamos más tiempo”; “si nos amenazas con retenernos la paga por llegar tarde o por rellenar mal un formulario, llegaríamos puntuales y completaríamos todas las casillas”. Pero eso tampoco explica la conducta de los monos. Como escribió Harlow y podemos imaginarlo rascarse la cabeza “El comportamiento obtenido en este experimento plantea algunas preguntas interesantes a la teoría de la motivación, puesto que se obtuvo un aprendizaje significativo y se mantuvo un rendimiento eficiente sin recurrir a incentivos extrínsecos ni especiales.

¿Qué más podría ser?

Para responder a esta pregunta, Harlow ofreció una nueva teoría...que apuntaba a un tercer impulso: “El desempeño de la tarea-dijo-significaba una gratificación intrínseca”. Los monos habían resuelto el enigma, sencillamente, porque hacerlo les resultaba placentero. Disfrutaron haciéndolo. El goce de la tarea era su propia recompensa.

Y si esta noción en sí ya era radical, lo que sucedió a continuación no hizo más que aumentar la confusión y la controversia. Tal vez este impulso recién

descubierto-Harlow lo acabó llamando “motivación intrínseca”- fuera real. Pero seguramente estaba subordinado a los dos otros impulsos. Si los monos hubieran sido gratificados-¡con pasas! Por resolver los rompecabezas, sin duda lo habrían hecho aún mejor. Sin embargo, cuando Harlow probó este enfoque, los monos cometieron más errores y resolvieron los enigmas con menos frecuencia. “La introducción de comida en el actual experimento- escribió Harlow- ha servido para perturbar el rendimiento, un fenómeno no descrito en la literatura.”

Era algo realmente atípico. En términos científicos, equivalía a dejar rodar una bola de acero por una pendiente para medir su velocidad y descubrir que la bola flotaba en el aire. Un hecho así sugería que nuestra comprensión de las fuerzas gravitatorias era inadecuada.

La extraña situación que Harlow había descubierto, rompía con los dos impulsos dominantes. No había un impulso biológico que hiciera a los monos verse impulsados por la búsqueda de comida o bebida, tampoco había un impulso externo; porque no se les gratificaba o castigaba por su comportamiento.

Harlow advirtió que nuestra explicación de por qué hacemos lo que hacemos era incompleta y apremió a los científicos a ofrecer una explicación más nueva que considerara la existencia de un tercer impulso.

Materiales

Del estudiante

- Un lápiz o bolígrafo
- Libreta de ciencias

De uso grupal

- Tres cronómetros
- Hojas con los dibujos I y II de las posibles combinaciones de figuras, página 127.
- Cubo de soma.

Procedimientos

En esta última sesión de nuestra guía dejaremos a un lado la parte dura de la teoría para trabajar con la creatividad de los estudiantes. Basándonos en los tres impulsos propuestos por Harlow, que son; un impulso biológico, un impulso externo de gratificación o castigo y por último la gratificación intrínseca que podemos entender como “curiosidad”, realizaremos la misma investigación hecha por Edward Deci para descubrir cómo nos comportamos ante las cosas del mundo.

1._ Inicie la sesión distribuyendo a los estudiantes en tres grupos. Para que la dinámica sea diversa, haga la división de manera aleatoria. Una recomendación es que pida a los estudiantes que se enumeren del uno al tres y repitan la numeración hasta que todos tengan designado un número, luego los de numeración uno se reúnen con los de numeración uno, los dos con los de numeración dos y los tres con los de numeración tres, así obtendrá tres grupos diversos.

2._ Ya divididos los tres grupos destíneles un espacio para trabajar. Si la escuela cuenta con una plaza cívica, canchas o con algún otro espacio disponible, envíe un grupo a cada uno de estos sitios, la idea es que estén separados un grupo de otro.

Sugerencia: Para que mantenga un control de la dinámica pida el apoyo de dos personas que puedan estar al pendiente de alguno de los grupos. Si no cuenta con personal disponible entonces puede elegir a dos estudiantes, explicarles previamente la dinámica y que ellos sean quienes le apoyen a dar las indicaciones a sus compañeros.

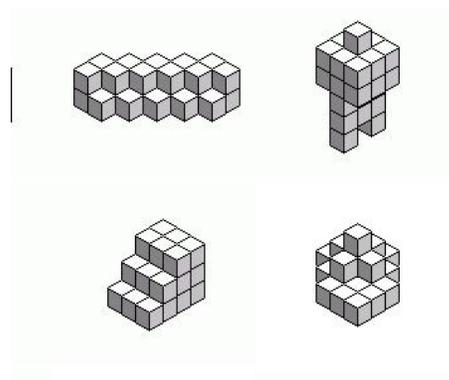
3._ Distribuidos los tres grupos en el espacio a trabajar entregue a los responsables de cada grupo los materiales, que son: el cronometro, dibujos de combinaciones posibles y los cubos de soma.

4._ A continuación le presentamos las indicaciones para cada grupo:

Grupo I

Entregue a cada estudiante un cubo de soma desarmado y la hoja con el Dibujo I de las figuras posibles a combinar.

La indicación es que deberán formar la primera de las cuatro figuras que se muestran en la hoja.



El primer estudiante en terminar de armar la primera figura deberá desde su lugar alzar la mano e informar a la persona a cargo del grupo.

Quien es su caso quede a cargo del grupo deberá tomar con el cronometro el tiempo que el primer estudiante tardé en armar la primera figura. Hay que considerar solamente el rango de tiempo en que terminen los primeros tres estudiantes, luego detener la dinámica y esperar cinco minutos para dar la indicación de que continúen con la figura número dos. Repita lo anterior hasta que las cuatro figuras estén armadas. El tiempo aproximado es de cuarenta minutos.

Cuando lo estudiantes tengan las cuatro piezas armadas, intercambié la dinámica con el grupo II.

Grupo II

Entregue a cada estudiante las siete piezas del cubo de soma desarmado, no mencione el nombre “cubo de soma”, sólo entregue las piezas, y vaya haciendo las siguientes preguntas de manera general al grupo, escriba las ideas principales en el pizarrón. El tiempo aproximado es de treinta minutos.

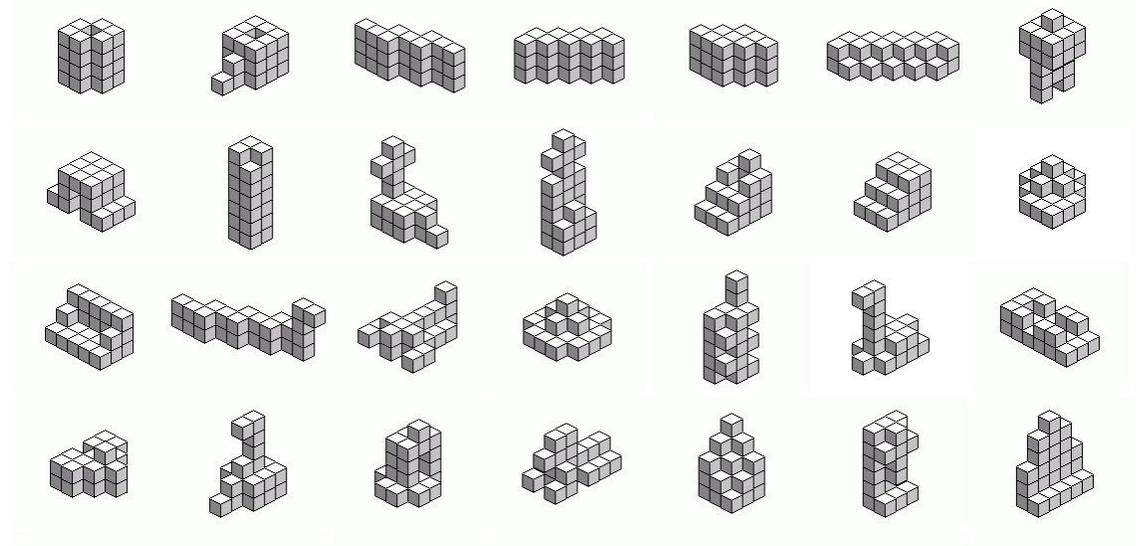
- ¿Saben qué son los objetos que tienen en sus manos?
- ¿Qué características observan en las piezas?
- ¿Qué función tienen?
- Pídale que analicen cada una de las piezas en su color, forma, tamaño, material, resistencia, función, etc.
- ¿Qué preguntas tienen?
- ¿Qué pueden decir de las piezas?
- Las siete piezas por si solas no parecen tener una función pero qué pasa si pueden unirse para formar algo. ¿Qué forman? ¿Forman algo en específico?
- Utiliza las siete piezas para formar cuatro figuras y haz un dibujo de tu creación.

Cuando lo estudiantes tengan las cuatro piezas armadas con sus respectivos dibujos, intercambié la dinámica con el grupo 1.

Grupo III

Las indicaciones para este grupo es que deben armar la mayor cantidad de piezas en un tiempo de cuarenta minutos. Para llevar un registro deberán informar a la persona a cargo del grupo cada vez que tengan una figura armada y tacharla en la plantilla.

Reparta a cada uno de estudiantes los cubos de soma y entrégueles también la hoja con el Dibujo II de figuras:



Pasados los cuarenta minutos, realice las mismas preguntas que al grupo II.

Actividades finales

Una vez terminadas las dinámicas en cada uno de los grupos, vamos a revisar que fue lo que sucedió.

Realicé el siguiente cuestionario a cada uno de los estudiantes, destine unos veinticinco minutos para que respondan en su libreta de ciencias.

1. Qué fue más interesante para ti, armar las piezas bajo la presión del tiempo o hacerlo por la intriga de llegar al resultado.
2. Al ver las siete piezas, qué fue lo primero que pensaste podía formarse con ellas. Explica.
3. ¿Usaste alguna estrategia para resolver la primera figura?
4. Podrías identificar los pasos del científico en los que tú has seguido para obtener una figura armada. Explica, en qué parte de la dinámica identificas la observación, la primera pregunta al objeto, la inducción o deducción, la hipótesis, la experimentación, el descubrimiento y también incluye las conclusiones a las que has podido llegar.

Concluya la sesión comentando a los estudiantes la investigación de Harlow y pídeles que escriban una conclusión breve sobre lo que ellos creen nos motiva a hacer las cosas.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS Y ANEXOS

CUESTIONARIO

1° Grupo de preguntas

1. ¿Qué es el universo?
2. ¿Qué tan grande imaginas que es el universo?
3. ¿Crees que estamos solos en un gran universo y que no existen más formas de vida?

2° Grupo de preguntas

1. ¿Nuestro planeta se mueve? ¿Qué movimientos realiza? Explica.
2. ¿Por qué no sentimos los movimientos de la Tierra?
3. ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar? Explica.

3° Grupo de preguntas

1. ¿Por qué nos enfermamos?
2. ¿Alguna vez te has enfermado? ¿Qué enfermedades comunes has tenido?

4° Grupo de preguntas

1. ¿Por qué un soplido es frío y el aliento, caliente? Haz una prueba y explica.
2. ¿Cuántas pulsaciones por minuto tienes? Investígalo y responde.

*Mide el pulso de tu compañero tomando su brazo con la palma de su mano hacía abajo, presiona debajo del pulgar y cuenta las pulsaciones que se sienten. No utilices tú dedo pulgar porque estarías confundiendo tus pulsaciones con las suyas.

Respuestas clave:

1º Grupo de preguntas

1. ¿Qué es el universo?

R: El universo es todo, sin excepciones; materia, energía, espacio y tiempo, todo lo que existe forma parte del Universo. El Universo contiene galaxias, estrellas, planetas y a nosotros también.

2. ¿Qué tan grande imaginas que es el universo?

R: Lo que se conoce del Universo es apenas una parte. Nadie sabe realmente qué tan grande es el universo, porque no podemos ver los límites de éste.

3. ¿Crees que estamos solos en un gran universo y que no existen más formas de vida?

R: La incógnita de si estamos solos en el universo sigue sin una respuesta concreta. En el año 2009 científicos de la NASA enviaron al espacio un satélite llamado Kepler, construido para buscar planetas similares a la tierra, en alrededor de 100,000 estrellas. La búsqueda pretende resolver la incógnita de si hay vida en otros planetas.

2º Grupo de preguntas

1. ¿Nuestro planeta se mueve? ¿Qué movimientos realiza? Explica.

R: La tierra realiza dos movimientos; rotación y traslación. En el primero gira sobre su propio eje y en el segundo realiza un movimiento elíptico alrededor del sol.

2. ¿Por qué no sentimos los movimientos de la Tierra?

1. R: No sentimos que la tierra se mueva porque nos movemos con ella, nos movemos a la misma velocidad. La tierra tiene un movimiento constante por eso no percibimos ningún cambio ni sensación de movimiento. Sucede lo mismo que cuando vamos en el asiento de un auto que viaja a una velocidad constante, dentro del mismo no percibimos la velocidad.

3. ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar? Explica.

R: En primer lugar, los días dejarían de tener veinticuatro horas porque al dejar de girar la tierra no sería posible medir las horas en el tiempo que ésta tarda en pasar de un día a otro. Otra de las tantas cosas que sucederían es que al dejar de girar la tierra, seríamos arrojados fuera de ella, igual que sucede en un automóvil cuando frena repentinamente y la fuerza nos impulsa hacía adelante, la fuerza con que pararía la tierra nos mandaría al espacio.

3° Grupo de preguntas

1. ¿Por qué nos enfermamos?

R: Cualquier enfermedad en el hombre es el resultado de un proceso dinámico, en donde diferentes elementos ambientales y características propias del hombre interactúan. Enfermamos cuando se ven alteradas las características de estos elementos. La enfermedad depende de los hábitos y las costumbres que tenemos, de lo que hacemos o dejamos de hacer por nuestro cuidado. Fuera de nosotros agentes externos con características propias provocan la enfermedad. Otro elemento que posibilita la enfermedad se da en las condiciones del ambiente, humedad, geografía, clima, etc.

2. ¿Alguna vez te has enfermado? ¿Qué enfermedades comunes has tenido?

4° Grupo de preguntas

1. ¿Por qué un soplido es frío y el aliento, caliente? Haz una prueba y explica.

R: En física, el efecto o experimento Joule-Thomson explica que la temperatura de un gas es más baja si se lo somete a un descenso de presión, es decir, si un gas se conduce o expulsa con cierta fuerza a través de una cavidad pequeña éste ha de ser más frío.

Entonces, cuando cerramos los labios y expulsamos con fuerza el aire a través de un soplido, provocamos que el aire se enfríe. Mientras que al soltar el aliento, el aire caliente está condicionado a nuestra temperatura corporal.

2. ¿Cuántas pulsaciones por minuto tienes? Investígalo y responde.

El número de pulsaciones, es cuántas veces late el corazón por minuto. El pulso será más alto después de hacer ejercicio y más bajo mientras se está descansando.

El pulso normal de los niños entre las edades de seis y doce años es de 75 a 105 latidos por minuto.

La ciencia en mi entorno

La ciencia como actividad teórica y práctica del ser humano se encuentra ampliamente relacionada con el entorno, formando parte importante del mismo. La aplicación o uso de la ciencia se extiende en diferentes o en casi todas las áreas de nuestra vida, al grado que dejamos de reconocerla en nuestras actividades diarias; e incluso muchas veces, sin darnos cuenta, vamos adoptando respuestas científicas para darle explicación a cuestiones cotidianas.

Aunque no podamos definir qué es la ciencia, ni hablar de elevadas explicaciones científicas de física cuántica, el genoma humano o la velocidad de la luz, revisemos algunos ejemplos para reconocer en nuestros hogares, en la escuela o en lo que decimos y hacemos que algo acerca de la ciencia.

En la cocina, por ejemplo, tenemos lo más parecido a un laboratorio en casa. Un sitio en el cual podemos ver reacciones físicas y químicas, como son: los cambios de estado físico del agua cuando hierve y pasa de líquido a vapor; las mezclas de agua y sal; agua y azúcar, el cambio de densidad y consistencia de algunos cereales como el arroz o los frijoles. En la cocina además se trabaja con unidades de medida, de tiempo, de temperatura, con utensilios de distintos materiales y con los sentidos.

En la escuela, la Geografía nos enseña sobre los movimientos de rotación y traslación que realiza la tierra. Por lo tanto sabemos que nuestro planeta no se halla paralizado en un mismo sitio, que por el contrario permanece en constante movimiento y aunque no sintamos bajo nuestros pies el movimiento o veamos a la tierra sacudirse, ésta se mueve y existe una explicación para responder a esto.

Guiados por el sentido común resultaría fácil aceptar la idea de que la tierra permanece inmóvil mientras los otros planetas, la luna y el sol giran alrededor suyo y curiosamente ésta idea se mantuvo por mucho tiempo hasta el siglo XVI cuando Nicolás Copérnico publicó el modelo Heliocéntrico con el Sol, y no la tierra, como el centro del universo. Con el descubrimiento de los movimientos planetarios se rompe con la explicación del modelo Geocéntrico planteado por Tolomeo, que había sido aceptado desde el siglo II, debido a que funcionaba matemáticamente y describía de manera genial la forma en que el sol y los demás planetas giraban alrededor de la tierra. La idea fue poco a poco sustituida, cuando Copérnico estableció que la Tierra giraba sobre sí misma una vez al día (rotación) y que una vez al año daba una vuelta completa alrededor del Sol (traslación).

Hoy en día los movimientos de rotación y traslación de la tierra son explicaciones científicas aceptadas y adoptadas dentro de nuestra sociedad., a tal grado que si alguien nos afirmara que vivimos en una superficie plana e inmóvil nos resultaría absurdo, pues la mayoría de nosotros aceptamos que nuestro planeta es de forma esférica y gira alrededor del sol. Ya conocemos los movimientos que realiza la tierra sin embargo, de qué manera esto podría resultarnos cotidiano si no sentimos que ésta se mueva, pues bien, hay una división de los meses, las semanas y los días que tienen razón de ser en estos movimientos y por ellos se explica el por qué transcurren los días entre horas de luz y de oscuridad, pasando del día a la noche; así también se explican las cuatro estaciones del año en “primavera”, “verano”, “otoño” e “invierno” y los cambios de horario y clima en las distintas regiones del mundo.

En lo anteriormente dicho podemos advertir cómo el hecho de caracterizar o nombrar algo, nos permite visualizar la forma en que el pensamiento científico se ha ido adoptando socialmente para ser parte de vida cotidiana, y es que diariamente en cosas tan comunes como pedir la hora, esperar las vacaciones de verano, encender la luz, escuchar la radio, ver la televisión, utilizar el teléfono, una computadora e incluso en las más aparentes trivialidades se hallan pensadas a partir de uno o varios criterios científicos.

Ciencia y curiosidad

Issac Asimov¹⁵ (1920-1992) en el primer capítulo de su libro *Introducción a la ciencia*, se pregunta: *¿Qué es la ciencia?* y comienza diciendo -“Y, al principio, todo fue curiosidad”. La manera peculiar en que Asimov relata el desarrollo del hombre, nos coloca, en una carrera por la supervivencia. El hombre, nos dice, se vio impulsado a ser curioso para sobrevivir a las fuerzas de la naturaleza:

Un árbol en medio del bosque, no se inmuta, ni se mueve, así que el viento le sacude las hojas, la lluvia le moja y desde sus raíces la tierra le brinda lo necesario para vivir. Este árbol no despliega curiosidad acerca de su medio ambiente, tampoco lo hace una esponja o una ostra. Si el árbol por algún acontecimiento se ve consumido por el fuego, atacado por los depredadores o parásitos, permanecerá en la misma quietud sin hacer demostración alguna y morirá de manera indiferente.

El árbol permanecerá indefenso si una pequeña ardilla construye en él su casa, si roe su corteza o se come sus frutos. La ardilla se coloca en una posición distinta a la del árbol porque puede moverse para buscar refugio y alimento. Algo similar ocurre con el hombre, pues a diferencia del árbol que tiene que esperar hasta que las estaciones le prevean de agua y nutrientes, los organismos vivos con movimiento como son: los humanos, las ardillas, las aves, los leopardos, los venados, los gusanos, etc. pueden ir en busca de agua y alimento, salen a explorar el medio ambiente, sin la necesidad de esperar a que el alimento se cruce en su camino.

Los organismos vivos muestran un claro instinto para explorar el medio ambiente. El perro, en sus momentos de ocio, olfatea acá y allá, elevando sus orejas al captar sonidos que nosotros no somos capaces de percibir; y precisamente por eso lo consideramos más inteligente que el gato, el cual, en las mismas circunstancias, se entrega a su aseo, o bien se relaja, se estira a su talante y dormita. Cuando más evolucionado es el cerebro, mayor es el impulso a explorar, mayor es la curiosidad. El mono es sinónimo de curiosidad. El pequeño e inquieto cerebro de este animal debe interesarse, y se interesa en realidad, por cualquier cosa que caiga en sus manos. En este sentido, como en muchos otros, el hombre no es más que un supermono.

El cerebro humano es la más estupenda masa de materia organizada del universo conocido, y su capacidad de recibir, organizar y almacenar datos rebasa el instinto de supervivencia. La abrumadora fuerza de la curiosidad que el ser humano experimenta es en su definición más simple y pura: “el deseo de conocer”. Este deseo encuentra su primera expresión en respuesta a las necesidades prácticas de la vida humana: cómo plantar y cultivar mejor las cosechas; cómo fabricar

¹⁵ Escritor de ciencia ficción, divulgación científica y bioquímico soviético.

mejores arcos y flechas; cómo tejer mejor el vestido etc. Luego, el deseo de conocer impulsa a realizar actividades más complejas, a captar la realidad tal como es y a buscar explicaciones sobre la naturaleza y el universo:

Preguntas como: ¿por qué tenemos dos y no cinco ojos?, ¿por qué las aves pueden volar?, ¿A qué altura está el firmamento?, o ¿Por qué cae una piedra? etc. esto es la curiosidad y siempre ha habido personas que se han interesado por preguntas tan aparentemente inútiles y han tratado de contestarlas sólo por el puro deseo de conocer. Es que los humanos no hacemos preguntas por que sí; las hacemos porque la realidad nos produce asombro, porque la existencia no nos deja ser indiferentes. “La filosofía nace del asombro”, decía Aristóteles; con ello quería decir que todo el conocimiento de que es capaz el ser humano sólo puede desarrollarse porque la realidad, al suscitar nuestra admiración, al despertar nuestra curiosidad, nos genera inquietudes y preguntas.

LECCIÓN 7

Demuestra que eres un buen observador de animales. El observador inteligente no solo ve animales y se alegra o asusta al verlos. Ve en cada animal aquello que le es propio y le distingue de otros animales.

Por tamaño- por color-por sus costumbres-por la forma de su cuerpo- por la rapidez de sus movimientos-por cómo cubre su cuerpo-etc.



El carbunclo azul

Arthur Conan Doyle (1859 - 1930)

Primera parte

Dos días después de la Navidad, pasé a visitar a mi amigo Sherlock Holmes con la intención de transmitirle las felicitaciones propias de la época. Lo encontré tumbado en el sofá, con una bata morada, el colgador de las pipas a su derecha y un montón de periódicos arrugados, que evidentemente acababa de estudiar, al alcance de la mano. Al lado del sofá había una silla de madera, y de una esquina de su respaldo colgaba un sombrero de fieltro ajado y mugriento, gastadísimo por el uso y roto por varias partes. Una lupa y unas pinzas dejadas sobre el asiento indicaban que el sombrero había sido colgado allí con el fin de examinarlo.

-Veo que está usted ocupado -dije-. ¿Le interrumpo?

-Nada de eso. Me alegro de tener un amigo con el que poder comentar mis conclusiones. Se trata de un caso absolutamente trivial -señaló con el pulgar el viejo sombrero-, pero algunos detalles relacionados con él no carecen por completo de interés, e incluso resultan instructivos.

Me senté en su butaca y me calenté las manos en la chimenea, pues estaba cayendo una buena helada y los cristales estaban cubiertos de placas de hielo.

-Supongo -comenté- que, a pesar de su aspecto inocente, ese objeto tendrá una historia terrible... o tal vez es la pista que le guiará a la solución de algún misterio y al castigo de algún delito.

-No, qué va. Nada de crímenes -dijo Sherlock Holmes, echándose a reír-. Tan sólo uno de esos incidentes caprichosos que suelen suceder cuando tenemos cuatro millones de seres humanos apretujados en unas pocas millas cuadradas. Entre las acciones y reacciones de un enjambre humano tan numeroso, cualquier combinación de acontecimientos es posible, y pueden surgir muchos pequeños problemas que resultan extraños y sorprendentes, sin tener nada de delictivo. Ya hemos tenido experiencias de ese tipo.

-Ya lo creo -comenté-. Hasta el punto de que, de los seis últimos casos que he añadido a mis archivos, hay tres completamente libres de delito, en el aspecto legal.

-Exacto. Se refiere usted a mi intento de recuperar los papeles de Irene Adler, al curioso caso de la señorita Mary Sutherland, y a la aventura del hombre del labio retorcido. Pues bien, no me cabe

duda de que este asuntillo pertenece a la misma categoría inocente. ¿Conoce usted a Peterson, el recadero?

-Sí.

-Este trofeo le pertenece.

-¿Es su sombrero?

-No, no, lo encontré. El propietario es desconocido. Le ruego que no lo mire como un sombrero desastrado, sino como un problema intelectual. Veamos, primero, cómo llegó aquí. Llegó la mañana de Navidad, en compañía de un ganso cebado que, no me cabe duda, ahora mismo se está asando en la cocina de Peterson. Los hechos son los siguientes. A eso de las cuatro de la mañana del día de Navidad, Peterson, que, como usted sabe, es un tipo muy honrado, regresaba de alguna pequeña celebración y se dirigía a su casa bajando por Tottenham Court Road. A la luz de las farolas vio a un hombre alto que caminaba delante de él, tambaleándose un poco y con un ganso blanco al hombro. Al llegar a la esquina de Goodge Street, se produjo una trifulca entre este desconocido y un grupillo de maleantes. Uno de éstos le quitó el sombrero de un golpe; el desconocido levantó su bastón para defenderse y, al enarbolarlo sobre su cabeza, rompió el escaparate de la tienda que tenía detrás. Peterson había echado a correr para defender al desconocido contra sus agresores, pero el hombre, asustado por haber roto el escaparate y viendo una persona de uniforme que corría hacia él, dejó caer el ganso, puso pies en polvorosa y se desvaneció en el laberinto de callejuelas que hay detrás de Tottenham Court Road. También los matones huyeron al ver aparecer a Peterson, que quedó dueño del campo de batalla y también del botín de guerra, formado por este destartado sombrero y un impecable ejemplar de ganso de Navidad.

-¿Cómo es que no se los devolvió a su dueño?

-Mi querido amigo, en eso consiste el problema. Es cierto que en una tarjetita atada a la pata izquierda del ave decía «Para la señora de Henry Baker», y también es cierto que en el forro de este sombrero pueden leerse las iniciales «H. B.»; pero como en esta ciudad nuestra existen varios miles de Bakers y varios cientos de Henry Bakers, no resulta nada fácil devolverle a uno de ellos sus propiedades perdidas.

-¿Y qué hizo entonces Peterson?

-La misma mañana de Navidad me trajo el sombrero y el ganso, sabiendo que a mí me interesan hasta los problemas más insignificantes. Hemos guardado el ganso hasta esta mañana, cuando empezó a dar señales de que, a pesar de la helada, más valía comérselo sin retrasos innecesarios. Así pues, el hombre que lo encontró se lo ha llevado para que cumpla el destino final de todo ganso, y yo sigo en poder del sombrero del desconocido caballero que se quedó sin su cena de Navidad.

-¿No puso ningún anuncio?

-No.

-¿Y qué pistas tiene usted de su identidad?

-Sólo lo que podemos deducir.

-¿De su sombrero?

-Exactamente.

-Está usted de broma. ¿Qué se podría sacar de esa ruina de fieltro?

-Aquí tiene mi lupa. Ya conoce usted mis métodos. ¿Qué puede deducir usted referente a la personalidad del hombre que llevaba esta prenda?

Tomé el pingajo en mis manos y le di un par de vueltas de mala gana. Era un vulgar sombrero negro de copa redonda, duro y muy gastado. El forro había sido de seda roja, pero ahora estaba casi completamente descolorido. No llevaba el nombre del fabricante, pero, tal como Holmes había dicho, tenía garabateadas en un costado las iniciales «H. B.». El ala tenía presillas para sujetar una goma elástica, pero faltaba ésta. Por lo demás, estaba agrietado, lleno de polvo y cubierto de manchas, aunque parecía que habían intentado disimular las partes descoloridas pintándolas con tinta.

-No veo nada -dije, devolviéndoselo a mi amigo.

-Al contrario, Watson, lo tiene todo a la vista. Pero no es capaz de razonar a partir de lo que ve. Es usted demasiado tímido a la hora de hacer deducciones.

-Entonces, por favor, dígame qué deduce usted de este sombrero.

Lo cogió de mis manos y lo examinó con aquel aire introspectivo tan característico.

-Quizás podría haber resultado más sugerente -dijo-, pero aun así hay unas cuantas deducciones muy claras, y otras que presentan, por lo menos, un fuerte saldo de probabilidad. Por supuesto, salta a la vista que el propietario es un hombre de elevada inteligencia, y también que hace menos de tres años era bastante rico, aunque en la actualidad atraviesa malos momentos. Era un hombre previsor, pero ahora no lo es tanto, lo cual parece indicar una regresión moral que, unida a su declive económico, podría significar que sobre él actúa alguna influencia maligna, probablemente la bebida. Esto podría explicar también el hecho evidente de que su mujer ha dejado de amarle.

-¡Pero... Holmes, por favor!

-Sin embargo, aún conserva un cierto grado de amor propio -continuó, sin hacer caso de mis protestas-. Es un hombre que lleva una vida sedentaria, sale poco, se encuentra en muy mala forma física, de edad madura, y con el pelo gris, que se ha cortado hace pocos días y en el que se aplica fijador. Éstos son los datos más aparentes que se deducen de este sombrero. Además, dicho sea de paso, es sumamente improbable que tenga instalación de gas en su casa.

-Se burla usted de mí, Holmes.

-Ni muchos menos. ¿Es posible que aún ahora, cuando le acabo de dar los resultados, sea usted incapaz de ver cómo los he obtenido?

-No cabe duda de que soy un estúpido, pero tengo que confesar que soy incapaz de seguirle. Por ejemplo: ¿de dónde saca que el hombre es inteligente?

A modo de respuesta, Holmes se encasquetó el sombrero en la cabeza. Le cubría por completo la frente y quedó apoyado en el puente de la nariz.

-Cuestión de capacidad cúbica -dijo-. Un hombre con un cerebro tan grande tiene que tener algo dentro.

-¿Y su declive económico?

-Este sombrero tiene tres años. Fue por entonces cuando salieron estas alas planas y curvadas por los bordes. Es un sombrero de la mejor calidad. Fíjese en la cinta de seda con remates y en la excelente calidad del forro. Si este hombre podía permitirse comprar un sombrero tan caro hace tres años, y desde entonces no ha comprado otro, es indudable que ha venido a menos.

-Bueno, sí, desde luego eso está claro. ¿Y eso de que era previsor, y lo de la regresión moral?

Sherlock Holmes se echó a reír.

-Aquí está la precisión -dijo, señalando con el dedo la presilla para enganchar la goma sujetasombreros-. Ningún sombrero se vende con esto. El que nuestro hombre lo hiciera poner es señal de un cierto nivel de previsión, ya que se tomó la molestia de adoptar esta precaución contra el viento. Pero como vemos que desde entonces se le ha roto la goma y no se ha molestado en cambiarla, resulta evidente que ya no es tan previsor como antes, lo que demuestra claramente que su carácter se debilita. Por otra parte, ha procurado disimular algunas de las manchas pintándolas con tinta, señal de que no ha perdido por completo su amor propio.

-Desde luego, es un razonamiento plausible.

-Los otros detalles, lo de la edad madura, el cabello gris, el reciente corte de pelo y el fijador, se advierten examinando con atención la parte inferior del forro. La lupa revela una gran cantidad de puntas de cabello, limpiamente cortadas por la tijera del peluquero. Todos están pegajosos, y se nota un inconfundible olor a fijador. Este polvo, fíjese usted, no es el polvo gris y terroso de la calle, sino la pelusilla parda de las casas, lo cual demuestra que ha permanecido colgado dentro de casa la mayor parte del tiempo; y las manchas de sudor del interior son una prueba palpable de que el propietario transpira abundantemente y, por lo tanto, difícilmente puede encontrarse en buena forma física.

-Pero lo de su mujer... dice usted que ha dejado de amarle.

-Este sombrero no se ha cepillado en semanas. Cuando le vea a usted, querido Watson, con polvo de una semana acumulado en el sombrero, y su esposa le deje salir en semejante estado, también sospecharé que ha tenido la desgracia de perder el cariño de su mujer.

-Pero podría tratarse de un soltero.

-No, llevaba a casa el ganso como ofrenda de paz a su mujer. Recuerde la tarjeta atada a la pata del ave.

-Tiene usted respuesta para todo. Pero ¿cómo demonios ha deducido que no hay instalación de gas en su casa?

-Una mancha de sebo, e incluso dos, pueden caer por casualidad; pero cuando veo nada menos que cinco, creo que existen pocas dudas de que este individuo entra en frecuente contacto con sebo ardiendo; probablemente, sube las escaleras cada noche con el sombrero en una mano y un candil goteante en la otra. En cualquier caso, un aplique de gas no produce manchas de sebo. ¿Está usted satisfecho?

-Bueno, es muy ingenioso -dije, echándome a reír-. Pero, puesto que no se ha cometido ningún delito, como antes decíamos, y no se ha producido ningún daño, a excepción del extravío de un ganso, todo esto me parece un despilfarro de energía.

Sherlock Holmes había abierto la boca para responder cuando la puerta se abrió de par en par y Peterson el recadero entró en la habitación con el rostro enrojecido y una expresión de asombro sin límites.

-¡El ganso, señor Holmes! ¡El ganso, señor! -decía jadeante.

-¿Eh? ¿Qué pasa con él? ¿Ha vuelto a la vida y ha salido volando por la ventana de la cocina? - Holmes rodó sobre el sofá para ver mejor la cara excitada del hombre.

-¡Mire, señor! ¡Vea lo que ha encontrado mi mujer en el buche! -extendió la mano y mostró en el centro de la palma una piedra azul de brillo deslumbrador, bastante más pequeña que una alubia, pero tan pura y radiante que centelleaba como una luz eléctrica en el hueco oscuro de la mano.

Sherlock Holmes se incorporó lanzando un silbido.

-¡Por Júpiter, Peterson! -exclamó-. ¡A eso le llamo yo encontrar un tesoro! Supongo que sabe lo que tiene en la mano.

-¡Un diamante, señor! ¡Una piedra preciosa! ¡Corta el cristal como si fuera masilla!

-Es más que una piedra preciosa. Es la piedra preciosa.

-¿No se referirá al carbunco azul de la condesa de Morcar? -exclamé yo.

-Precisamente. No podría dejar de reconocer su tamaño y forma, después de haber estado leyendo el anuncio en el Times tantos días seguidos. Es una piedra absolutamente única, y sobre su valor sólo se pueden hacer conjeturas, pero la recompensa que se ofrece, mil libras esterlinas, no llega ni a la vigésima parte de su precio en el mercado.

-¡Mil libras! ¡Santo Dios misericordioso! -el recadero se desplomó sobre una silla, mirándonos alternativamente a uno y a otro.

-Ésa es la recompensa, y tengo razones para creer que existen consideraciones sentimentales en la historia de esa piedra que harían que la condesa se desprendiera de la mitad de su fortuna con tal de recuperarla.

-Si no recuerdo mal, desapareció en el hotel Cosmopolitan -comenté.

-Exactamente, el 22 de diciembre, hace cinco días. John Horner, fontanero, fue acusado de haberla sustraído del joyero de la señora. Las pruebas en su contra eran tan sólidas que el caso ha pasado ya a los tribunales. Creo que tengo por aquí un informe -rebuscó entre los periódicos, consultando las fechas, hasta que seleccionó uno, lo dobló y leyó el siguiente párrafo:

«Robo de joyas en el hotel Cosmopolitan. John Horner, de 26 años, fontanero, ha sido detenido bajo la acusación de haber sustraído, el 22 del corriente, del joyero de la condesa de Morcar, la valiosa piedra conocida como "el carbunco azul". James Ryder, jefe de servicio del hotel, declaró que el día del robo había conducido a Horner al gabinete de la condesa de Morcar, para que soldara el segundo barrote de la rejilla de la chimenea, que estaba suelto. Permaneció un rato junto a Horner, pero al cabo de algún tiempo tuvo que ausentarse. Al regresar comprobó que Horner había desaparecido, que el escritorio había sido forzado y que el cofrecillo de tafilete en el que, según se supo luego, la condesa acostumbraba a guardar la joya, estaba tirado, vacío, sobre el tocador. Ryder

dio la alarma al instante, y Horner fue detenido esa misma noche, pero no se pudo encontrar la piedra en su poder ni en su domicilio. Catherine Cusack, doncella de la condesa, declaró haber oído el grito de angustia que profirió Ryder al descubrir el robo, y haber corrido a la habitación, donde se encontró con la situación ya descrita por el anterior testigo. El inspector Bradstreet, de la División B, confirmó la detención de Horner, que se resistió violentamente y declaró su inocencia en los términos más enérgicos. Al existir constancia de que el detenido había sufrido una condena anterior por robo, el magistrado se negó a tratar sumariamente el caso, remitiéndolo a un tribunal superior. Horner, que dio muestras de intensa emoción durante las diligencias, se desmayó al oír la decisión y tuvo que ser sacado de la sala.»

-¡Hum! Hasta aquí, el informe de la policía -dijo Holmes, pensativo-. Ahora, la cuestión es dilucidar la cadena de acontecimientos que van desde un joyero desvalijado, en un extremo, al buche de un ganso en Tottenham Court Road, en el otro. Como ve, Watson, nuestras pequeñas deducciones han adquirido de pronto un aspecto mucho más importante y menos inocente. Aquí está la piedra; la piedra vino del ganso y el ganso vino del señor Henry Baker, el caballero del sombrero raído y todas las demás características con las que le he estado aburriendo. Así que tendremos que ponernos muy en serio a la tarea de localizar a este caballero y determinar el papel que ha desempeñado en este pequeño misterio. Y para eso, empezaremos por el método más sencillo, que sin duda consiste en poner un anuncio en todos los periódicos de la tarde. Si esto falla, recurriremos a otros métodos.

-¿Qué va usted a decir?

-Deme un lápiz y esa hoja de papel. Vamos a ver: «Encontrados un ganso y un sombrero negro de fieltro en la esquina de Goodge Street. El señor Henry Baker puede recuperarlos presentándose esta tarde a las 6,30 en el 221 B de Baker Street». Claro y conciso.

-Mucho. Pero ¿lo verá él?

-Bueno, desde luego mirará los periódicos, porque para un hombre pobre se trata de una pérdida importante. No cabe duda de que se asustó tanto al romper el escaparate y ver acercarse a Peterson que no pensó más que en huir; pero luego debe de haberse arrepentido del impulso que le hizo soltar el ave. Pero además, al incluir su nombre nos aseguramos de que lo vea, porque todos los que le conozcan se lo harán notar. Aquí tiene, Peterson, corra a la agencia y que inserten este anuncio en los periódicos de la tarde.

-¿En cuáles, señor?

-Oh, pues en el Globe, el Star, el Pall Mall, la St.James Gazette, el Evening News, el Standard, el Echo y cualquier otro que se le ocurra.

-Muy bien, señor. ¿Y la piedra?

-Ah, sí, yo guardaré la piedra. Gracias. Y oiga, Peterson, en el camino de vuelta compre un ganso y tráigalo aquí, porque tenemos que darle uno a este caballero a cambio del que se está comiendo su familia.

Cuando el recadero se hubo marchado, Holmes levantó la piedra y la miró al trasluz.

-¡Qué maravilla! -dijo-. Fíjese cómo brilla y centellea. Por supuesto, esto es como un imán para el crimen, lo mismo que todas las buenas piedras preciosas. Son el cebo favorito del diablo. En las piedras más grandes y más antiguas, se puede decir que cada faceta equivale a un crimen sangriento. Esta piedra aún no tiene ni veinte años de edad. La encontraron a orillas del río Amoy, en el sur de China, y presenta la particularidad de poseer todas las características del carbunclo, salvo que es de color azul en lugar de rojo rubí. A pesar de su juventud, ya cuenta con un siniestro historial. Ha habido dos asesinatos, un atentado con vitriolo, un suicidio y varios robos, todo por culpa de estos doce quilates de carbón cristalizado. ¿Quién pensaría que tan hermoso juguete es un proveedor de carne para el patíbulo y la cárcel? Lo guardaré en mi caja fuerte y le escribiré unas líneas a la condesa, avisándole de que lo tenemos.

-¿Cree usted que ese Horner es inocente?

Continuara...

El carbunclo azul

Arthur Conan Doyle (1859 - 1930)

Segunda parte

-No lo puedo saber.

-Entonces, ¿cree usted que este otro, Henry Baker, tiene algo que ver con el asunto?

-Me parece mucho más probable que Henry Baker sea un hombre completamente inocente, que no tenía ni idea de que el ave que llevaba valía mucho más que si estuviera hecha de oro macizo. No obstante, eso lo comprobaremos mediante una sencilla prueba si recibimos respuesta a nuestro anuncio.

-¿Y hasta entonces no puede hacer nada?

-Nada.

-En tal caso, continuaré mi ronda profesional, pero volveré esta tarde a la hora indicada, porque me gustaría presenciar la solución a un asunto tan embrollado.

-Encantado de verle. Cenaré a las siete. Creo que hay becada. Por cierto que, en vista de los recientes acontecimientos, quizás deba decirle a la señora Hudson que examine cuidadosamente el buche.

Me entretuve con un paciente, y era ya más tarde de las seis y media cuando pude volver a Baker Street. Al acercarme a la casa vi a un hombre alto con boina escocesa y chaqueta abotonada hasta la barbilla, que aguardaba en el brillante semicírculo de luz de la entrada. Justo cuando yo llegaba, la puerta se abrió y nos hicieron entrar juntos a los aposentos de Holmes.

-El señor Henry Baker, supongo -dijo Holmes, levantándose de su butaca y saludando al visitante con aquel aire de jovialidad espontánea que tan fácil le resultaba adoptar-. Por favor, siéntese aquí junto al fuego, señor Baker. Hace frío esta noche, y veo que su circulación se adapta mejor al verano que al invierno. Ah, Watson, llega usted muy a punto. ¿Es éste su sombrero, señor Baker?

-Sí, señor, es mi sombrero, sin duda alguna.

Era un hombre corpulento, de hombros cargados, cabeza voluminosa y un rostro amplio e inteligente, rematado por una barba puntiaguda, de color castaño canoso. Un toque de color en la nariz y las mejillas, junto con un ligero temblor en su mano extendida, me recordaron la suposición de Holmes acerca de sus hábitos. Su levita, negra y raída, estaba abotonada hasta arriba, con el cuello alzado, y sus flacas muñecas salían de las mangas sin que se advirtieran indicios de puños ni de camisa. Hablaba en voz baja y entrecortada, eligiendo cuidadosamente sus palabras, y en general daba la impresión de un hombre culto e instruido, maltratado por la fortuna.

-Hemos guardado estas cosas durante varios días -dijo Holmes- porque esperábamos ver un anuncio suyo, dando su dirección. No entiendo cómo no puso usted el anuncio.

Nuestro visitante emitió una risa avergonzada.

-No ando tan abundante de chelines como en otros tiempos -dijo-. Estaba convencido de que la pandilla de maleantes que me asaltó se había llevado mi sombrero y el ganso. No tenía intención de gastar más dinero en un vano intento de recuperarlos.

-Es muy natural. A propósito del ave... nos vimos obligados a comérsola.

-¡Se la comieron! -nuestro visitante estaba tan excitado que casi se levantó de la silla.

-Sí; de no hacerlo no le habría aprovechado a nadie. Pero supongo que este otro ganso que hay sobre el aparador, que pesa aproximadamente lo mismo y está perfectamente fresco, servirá igual de bien para sus propósitos.

-¡Oh, desde luego, desde luego! -respondió el señor Baker con un suspiro de alivio.

-Por supuesto, aún tenemos las plumas, las patas, el buche y demás restos de su ganso, así que si usted quiere...

El hombre se echó a reír de buena gana.

-Podrían servirme como recuerdo de la aventura -dijo-, pero aparte de eso, no veo de qué utilidad me iban a resultar los disjecta membra de mi difunto amigo. No, señor, creo que, con su permiso, limitaré mis atenciones a la excelente ave que veo sobre el aparador.

Sherlock Holmes me lanzó una intensa mirada de reojo, acompañada de un encogimiento de hombros.

-Pues aquí tiene usted su sombrero, y aquí su ave -dijo-. Por cierto, ¿le importaría decirme dónde adquirió el otro ganso? Soy bastante aficionado a las aves de corral y pocas veces he visto una mejor criada.

-Desde luego, señor -dijo Baker, que se había levantado, con su recién adquirida propiedad bajo el brazo-. Algunos de nosotros frecuentamos el mesón Alpha, cerca del museo... Durante el día, sabe usted, nos encontramos en el museo mismo. Este año, el patrón, que se llama Windigate, estableció un Club del Ganso, en el que, pagando unos pocos peniques cada semana, recibiríamos un ganso por Navidad. Pagué religiosamente mis peniques, y el resto ya lo conoce usted. Le estoy muy agradecido, señor, pues una boina escocesa no resulta adecuada ni para mis años ni para mi carácter discreto.

Con cómica pomposidad, nos dedicó una solemne reverencia y se marchó por su camino.

-Con esto queda liquidado el señor Henry Baker -dijo Holmes, después de cerrar la puerta tras él-. Es indudable que no sabe nada del asunto. ¿Tiene usted hambre, Watson?

-No demasiada.

-Entonces, le propongo que aplacemos la cena y sigamos esta pista mientras aún esté fresca.

-Con mucho gusto.

Hacía una noche muy cruda, de manera que nos pusimos nuestros gabanes y nos envolvimos el cuello con bufandas. En el exterior, las estrellas brillaban con luz fría en un cielo sin nubes, y el aliento de los transeúntes despedía tanto humo como un pistoletazo. Nuestras pisadas resonaban fuertes y secas mientras cruzábamos el barrio de los médicos, Wimpole Street, Harley Street y Wigmore Street, hasta desembocar en Oxford Street. Al cabo de un cuarto de hora nos encontrábamos en Bloomsbury, frente al mesón Alpha, que es un pequeño establecimiento público situado en la esquina de una de las calles que se dirigen a Holborn. Holmes abrió la puerta del bar y pidió dos vasos de cerveza al dueño, un hombre de cara colorada y delantal blanco.

-Su cerveza debe de ser excelente, si es tan buena como sus gansos -dijo.

-¡Mis gansos! -el hombre parecía sorprendido.

-Sí. Hace tan sólo media hora, he estado hablando con el señor Henry Baker, que es miembro de su Club del Ganso.

-¡Ah, ya comprendo! Pero, verá usted, señor, los gansos no son míos.

-¿Ah, no? ¿De quién son, entonces?

-Bueno, le compré las dos docenas a un vendedor de Covent Garden.

-¿De verdad? Conozco a algunos de ellos. ¿Cuál fue?

-Se llama Breckinridge.

-¡Ah! No le conozco. Bueno, a su salud, patrón, y por la prosperidad de su casa. Buenas noches.

-Y ahora, vamos por el señor Breckinridge -continuó, abotonándose el gabán mientras salíamos al aire helado de la calle-. Recuerde, Watson, que aunque tengamos a un extremo de la cadena una cosa tan vulgar como un ganso, en el otro tenemos un hombre que se va a pasar siete años de trabajos forzados, a menos que podamos demostrar su inocencia. Es posible que nuestra investigación confirme su culpabilidad; pero, en cualquier caso, tenemos una línea de investigación que la policía no ha encontrado y que una increíble casualidad ha puesto en nuestras manos. Sigámosla hasta su último extremo. ¡Rumbo al sur, pues, y a paso ligero!

Atravesamos Holborn, bajando por Endell Street, y zigzagueamos por una serie de callejuelas hasta llegar al mercado de Covent Garden. Uno de los puestos más grandes tenía encima el rótulo de Breckinridge, y el dueño, un hombre con aspecto de caballo, de cara astuta y patillas recortadas, estaba ayudando a un muchacho a echar el cierre.

-Buenas noches, y fresquitas -dijo Holmes.

El vendedor asintió y dirigió una mirada inquisitiva a mi compañero.

-Por lo que veo, se le han terminado los gansos -continuó Holmes, señalando los estantes de mármol vacíos.

-Mañana por la mañana podré venderle quinientos.

-Eso no me sirve.

-Bueno, quedan algunos que han cogido olor a gas.

-Oiga, que vengo recomendado.

-¿Por quién?

-Por el dueño del Alpha.

-Ah, sí. Le envié un par de docenas.

-Y de muy buena calidad. ¿De dónde los sacó usted?

Ante mi sorpresa, la pregunta provocó un estallido de cólera en el vendedor.

-Oiga usted, señor -dijo con la cabeza erguida y los brazos en jarras-. ¿A dónde quiere llegar? Me gustan las cosas claritas.

-He sido bastante claro. Me gustaría saber quién le vendió los gansos que suministró al Alpha.

-Y yo no quiero decírselo. ¿Qué pasa?

-Oh, la cosa no tiene importancia. Pero no sé por qué se pone usted así por una nimiedad.

-¡Me pongo como quiero! ¡Y usted también se pondría así si le fastidiasen tanto como a mí! Cuando pago buen dinero por un buen artículo, ahí debe terminar la cosa. ¿A qué viene tanto «¿Dónde están los gansos?» y «¿A quién le ha vendido los gansos?» y «¿Cuánto quiere usted por los gansos?» Cualquiera diría que no hay otros gansos en el mundo, a juzgar por el alboroto que se arma con ellos.

-Le aseguro que no tengo relación alguna con los que le han estado interrogando -dijo Holmes con tono indiferente-. Si no nos lo quiere decir, la apuesta se queda en nada. Pero me considero un entendido en aves de corral y he apostado cinco libras a que el ave que me comí es de campo.

-Pues ha perdido usted sus cinco libras, porque fue criada en Londres -atajó el vendedor.

-De eso, nada.

-Le digo yo que sí.

-No le creo.

-¿Se cree que sabe de aves más que yo, que vengo manejándolas desde que era un mocoso? Le digo que todos los gansos que le vendí al Alpha eran de Londres.

-No conseguiré convencerme.

-¿Quiere apostar algo?

-Es como robarle el dinero, porque me consta que tengo razón. Pero le apuesto un soberano, sólo para que aprenda a no ser tan terco.

El vendedor se rió por lo bajo y dijo:

-Tráeme los libros, Bill.

El muchacho trajo un librito muy fino y otro muy grande con tapas grasientas, y los colocó juntos bajo la lámpara.

-Y ahora, señor Sabelotodo -dijo el vendedor-, creía que no me quedaban gansos, pero ya verá cómo aún me queda uno en la tienda. ¿Ve usted este librito?

-Sí, ¿y qué?

-Es la lista de mis proveedores. ¿Ve usted? Pues bien, en esta página están los del campo, y detrás de cada nombre hay un número que indica la página de su cuenta en el libro mayor. ¡Veamos ahora! ¿Ve esta otra página en tinta roja? Pues es la lista de mis proveedores de la ciudad. Ahora, fíjese en el tercer nombre. Léamelo.

-Señora Oakshott, 117 Brixton Road... 249 -leyó Holmes.

-Exacto. Ahora, busque esa página en el libro mayor. Holmes buscó la página indicada.

-Aquí está: señora Oakshott, 117 Brixton Road, proveedores de huevos y pollería.

-Muy bien. ¿Cuáles la última entrada?

-Veintidós de diciembre. Veinticuatro gansos a siete chelines y seis peniques.

-Exacto. Ahí lo tiene. ¿Qué pone debajo?

-Vendidos al señor Windigate, del Alpha, a doce chelines.

-¿Qué me dice usted ahora?

Sherlock Holmes parecía profundamente disgustado. Sacó un soberano del bolsillo y lo arrojó sobre el mostrador, retirándose con el aire de quien está tan fastidiado que incluso le faltan las palabras. A los pocos metros se detuvo bajo un farol y se echó a reír de aquel modo alegre y silencioso tan característico en él.

-Cuando vea usted un hombre con patillas recortadas de ese modo y el «Pink'Up» asomándole del bolsillo, puede estar seguro de que siempre se le podrá sonsacar mediante una apuesta -dijo-. Me atrevería a decir que si le hubiera puesto delante cien libras, el tipo no me habría dado una información tan completa como la que le saqué haciéndole creer que me ganaba una apuesta. Bien, Watson, me parece que nos vamos acercando al foral de nuestra investigación, y lo único que queda por determinar es si debemos visitar a esta señora Oakshott esta misma noche o si lo dejamos para mañana. Por lo que dijo ese tipo tan malhumorado, está claro que hay otras personas interesadas en el asunto, aparte de nosotros, y yo creo...

Sus comentarios se vieron interrumpidos de pronto por un fuerte vocerío procedente del puesto que acabábamos de abandonar. Al darnos la vuelta, vimos a un sujeto pequeño y con cara de rata, de pie en el centro del círculo de luz proyectado por la lámpara colgante, mientras Breckinridge, el

tendero, enmarcado en la puerta de su establecimiento, agitaba ferozmente sus puños en dirección a la figura encogida del otro.

-¡Ya estoy harto de ustedes y sus gansos! -gritaba-. ¡Váyanse todos al diablo! Si vuelven a fastidiarme con sus tonterías, les soltaré el perro. Que venga aquí la señora Oakshott y le contestaré, pero ¿a usted qué le importa? ¿Acaso le compré a usted los gansos?

-No, pero uno de ellos era mío -gimió el hombrecillo.

-Pues pídaselo a la señora Oakshott.

-Ella me dijo que se lo pidiera a usted.

-Pues, por mí, se lo puede ir a pedir al rey de Prusia. Yo ya no aguanto más. ¡Largo de aquí!

Dio unos pasos hacia delante con gesto feroz y el preguntón se esfumó entre las tinieblas.

-Ajá, esto puede ahorrarnos una visita a Brixton Road -susurró Holmes-. Venga conmigo y veremos qué podemos sacarle a ese tipo.

Avanzando a largas zancadas entre los reducidos grupillos de gente que aún rondaban en torno a los puestos iluminados, mi compañero no tardó en alcanzar al hombrecillo y le tocó con la mano en el hombro. El individuo se volvió bruscamente y pude ver a la luz de gas que de su cara había desaparecido todo rastro de color.

-¿Quién es usted? ¿Qué quiere? -preguntó con voz temblorosa.

-Perdone usted -dijo Holmes en tono suave-, pero no he podido evitar oír lo que le preguntaba hace un momento al tendero, y creo que yo podría ayudarle.

-¿Usted? ¿Quién es usted? ¿Cómo puede saber nada de este asunto?

-Me llamo Sherlock Holmes, y mi trabajo consiste en saber lo que otros no saben.

-Pero usted no puede saber nada de esto.

-Perdone, pero lo sé todo. Anda usted buscando unos gansos que la señora Oakshott, de Brixton Road, vendió a un tendero llamado Breckinridge, y que éste a su vez vendió al señor Windigate, del Alpha, y éste a su club, uno de cuyos miembros es el señor Henry Baker.

-Ah, señor, es usted el hombre que yo necesito -exclamó el hombrecillo, con las manos extendidas y los dedos temblorosos-. Me sería difícil explicarle el interés que tengo en este asunto.

Sherlock Holmes hizo señas a un coche que pasaba.

-En tal caso, lo mejor sería hablar de ello en una habitación confortable, y no en este mercado azotado por el viento -dijo-. Pero antes de seguir adelante, dígame por favor a quién tengo el placer de ayudar.

El hombre vaciló un instante.

-Me llamo John Robinson -respondió, con una mirada de soslayo.

-No, no, el nombre verdadero -dijo Holmes en tono amable-. Siempre resulta incómodo tratar de negocios con un alias.

Un súbito rubor cubrió las blancas mejillas del desconocido.

-Está bien, mi verdadero nombre es James Ryder.

-Eso es. Jefe de servicio del hotel Cosmopolitan. Por favor, suba al coche y pronto podré informarle de todo lo que desea saber.

El hombrecillo se nos quedó mirando con ojos medio asustados y medio esperanzados, como quien no está seguro de si le aguarda un golpe de suerte o una catástrofe. Subió por fin al coche, y al cabo de media hora nos encontrábamos de vuelta en la sala de estar de Baker Street. No se había pronunciado una sola palabra durante todo el trayecto, pero la respiración agitada de nuestro nuevo acompañante y su continuo abrir y cerrar de manos hablaban bien a las claras de la tensión nerviosa que le dominaba.

-¡Henos aquí! -dijo Holmes alegremente cuando penetramos en la habitación-. Un buen fuego es lo más adecuado para este tiempo. Parece que tiene usted frío, señor Ryder. Por favor, siéntese en el sillón de mimbre. Permita que me ponga las zapatillas antes de zanjar este asunto suyo. ¡Ya está! ¿Así que quiere usted saber lo que fue de aquellos gansos?

-Sí, señor.

-O más bien, deberíamos decir de aquel ganso. Me parece que lo que le interesaba era un ave concreta... blanca, con una franja negra en la cola.

Ryder se estremeció de emoción.

-¡Oh, señor! -exclamó-. ¿Puede usted decirme dónde fue a parar?

-Aquí.

-¿Aquí?

-Sí, y resultó ser un ave de lo más notable. No me extraña que le interese tanto. Como que puso un huevo después de muerta... el huevo azul más pequeño, precioso y brillante que jamás se ha visto. Lo tengo aquí en mi museo.

El carbunco azul

Arthur Conan Doyle (1859 - 1930)

Tercera parte

Nuestro visitante se puso en pie, tambaleándose, y se agarró con la mano derecha a la repisa de la chimenea. Holmes abrió su caja fuerte y mostró el carbunco azul, que brillaba como una estrella, con un resplandor frío que irradiaba en todas direcciones. Ryder se lo quedó mirando con las facciones contraídas, sin decidirse entre reclamarlo o negar todo conocimiento del mismo.

-Se acabó el juego, Ryder -dijo Holmes muy tranquilo-. Sosténgase, hombre, que se va a caer al fuego. Ayúdele a sentarse, Watson. Le falta sangre fría para meterse en robos impunemente. Dele un trago de brandy. Así. Ahora parece un poco más humano. ¡Menudo mequetrefe, ya lo creo!

Durante un momento había estado a punto de desplomarse, pero el brandy hizo subir un toque de color a sus mejillas, y permaneció sentado, mirando con ojos asustados a su acusador.

-Tengo ya en mis manos casi todos los eslabones y las pruebas que podría necesitar, así que es poco lo que puede usted decirme. No obstante, hay que aclarar ese poco para que el caso quede completo. ¿Había usted oído hablar de esta piedra de la condesa de Morcar, Ryder?

-Fue Catherine Cusack quien me habló de ella -dijo el hombre con voz cascada.

-Ya veo. La doncella de la señora. Bien, la tentación de hacerse rico de golpe y con facilidad fue demasiado fuerte para usted, como lo ha sido antes para hombres mejores que usted; pero no se ha mostrado muy escrupuloso en los métodos empleados. Me parece, Ryder, que tiene usted madera de bellaco miserable. Sabía que ese pobre fontanero, Horner, había estado complicado hace tiempo en un asunto semejante, y que eso le convertiría en el blanco de todas las sospechas. ¿Y qué hizo entonces? Usted y su cómplice Cusack hicieron un pequeño estropicio en el cuarto de la señora y se las arreglaron para que hiciesen llamar a Horner. Y luego, después de que Horner se marchara, desvalijaron el joyero, dieron la alarma e hicieron detener a ese pobre hombre. A continuación...

De pronto, Ryder se dejó caer sobre la alfombra y se agarró a las rodillas de mi compañero.

-¡Por amor de Dios, tenga compasión! -chillaba-. ¡Piense en mi padre! ¡En mi madre! Esto les rompería el corazón. Jamás hice nada malo antes, y no lo volveré a hacer. ¡Lo juro! ¡Lo juro sobre la Biblia! ¡No me lleve a los tribunales! ¡Por amor de Cristo, no lo haga!

-¡Vuelva a sentarse en la silla! -dijo Holmes rudamente-. Es muy bonito eso de llorar y arrastrarse ahora, pero bien poco pensó usted en ese pobre Horner, preso por un delito del que no sabe nada.

-Huiré, señor Holmes. Saldré del país. Así tendrán que retirar los cargos contra él.

-¡Hum! Ya hablaremos de eso. Y ahora, oigamos la auténtica versión del siguiente acto. ¿Cómo llegó la piedra al buche del ganso, y cómo llegó el ganso al mercado público? Díganos la verdad, porque en ello reside su única esperanza de salvación.

Ryder se pasó la lengua por los labios resecos.

-Le diré lo que sucedió, señor -dijo-. Una vez detenido Horner, me pareció que lo mejor sería esconder la piedra cuanto antes, porque no sabía en qué momento se le podía ocurrir a la policía registrarme a mí y mi habitación. En el hotel no había ningún escondite seguro. Salí como si fuera a hacer un recado y me fui a casa de mi hermana, que está casada con un tipo llamado Oakshott y vive en Brixton Road, donde se dedica a engordar gansos para el mercado. Durante todo el camino, cada hombre que veía se me antojaba un policía o un detective, y aunque hacía una noche bastante fría, antes de llegar a Brixton Road me chorreaba el sudor por toda la cara. Mi hermana me preguntó qué me ocurría para estar tan pálido, pero le dije que estaba nervioso por el robo de joyas en el hotel. Luego me fui al patio trasero, me fumé una pipa y traté de decidir qué era lo que más me convenía hacer.

»En otros tiempos tuve un amigo llamado Maudsley que se fue por el mal camino y acaba de cumplir condena en Pentonville. Un día nos encontramos y se puso a hablarme sobre las diversas clases de ladrones y cómo se deshacían de lo robado. Sabía que no me delataría, porque yo conocía un par de asuntillos suyos, así que decidí ir a Kilburn, que es donde vive, y confiarle mi situación. Él me indicará cómo convertir la piedra en dinero. Pero ¿cómo llegar hasta él sin contratiempos? Pensé en la angustia que había pasado viniendo del hotel, pensando que en cualquier momento me podían detener y registrar, y que encontrarían la piedra en el bolsillo de mi chaleco. En aquel momento estaba apoyado en la pared, mirando a los gansos que correteaban alrededor de mis pies, y de pronto se me ocurrió una idea para burlar al mejor detective que haya existido en el mundo.

»Unas semanas antes, mi hermana me había dicho que podía elegir uno de sus gansos como regalo de Navidad, y yo sabía que siempre cumplía su palabra. Cogería ahora mismo mi ganso y en su interior llevaría la piedra hasta Kilburn. Había en el patio un pequeño cobertizo, y me metí detrás de él con uno de los gansos, un magnífico ejemplar, blanco y con una franja en la cola. Lo sujeté, le abrí el pico y le metí la piedra por el gáznate, tan abajo como pude llegar con los dedos. El pájaro tragó, y sentí la piedra pasar por la garganta y llegar al buche. Pero el animal forcejeaba y aleteaba, y mi hermana salió a ver qué ocurría. Cuando me volví para hablarle, el bicho se me escapó y regresó dando un pequeño vuelo entre sus compañeros.

»-¿Qué estás haciendo con ese ganso, Jem? -preguntó mi hermana.

»-Bueno -dije-, como dijiste que me ibas a regalar uno por Navidad, estaba mirando cuál es el más gordo.

»-Oh, ya hemos apartado uno para ti -dijo ella-. Lo llamamos el ganso de Jem. Es aquel grande y blanco. En total hay veintiséis; o sea, uno para ti, otro para nosotros y dos docenas para vender.

»-Gracias, Maggie -dije yo-. Pero, si te da lo mismo, prefiero ese otro que estaba examinando.

»-El otro pesa por lo menos tres libras más -dijo ella-, y lo hemos engordado expresamente para ti.

»-No importa. Prefiero el otro, y me lo voy a llevar ahora -dije.

»-Bueno, como quieras -dijo ella, un poco mosqueada-. ¿Cuál es el que dices que quieres?

»-Aquel blanco con una raya en la cola, que está justo en medio.

»-De acuerdo. Mávalo y te lo llevas.

»Así lo hice, señor Holmes, y me llevé el ave hasta Kilburn. Le conté a mi amigo lo que había hecho, porque es de la clase de gente a la que se le puede contar una cosa así. Se rió hasta partirse el pecho, y luego cogimos un cuchillo y abrimos el ganso. Se me encogió el corazón, porque allí no había ni rastro de la piedra, y comprendí que había cometido una terrible equivocación. Dejé el ganso, corrí a casa de mi hermana y fui derecho al patio. No había ni un ganso a la vista.

»-¿Dónde están todos, Maggie? -exclamé.

»-Se los llevaron a la tienda.

»-¿A qué tienda?

»-A la de Breckinridge, en Covent Garden.

»-¿Había otro con una raya en la cola, igual que el que yo me llevé? -pregunté.

»-Sí, Jem, había dos con raya en la cola. Jamás pude distinguirlos.

»Entonces, naturalmente, lo comprendí todo, y corrí a toda la velocidad de mis piernas en busca de ese Breckinridge; pero ya había vendido todo el lote y se negó a decirme a quién. Ya le han oído ustedes esta noche. Pues todas las veces ha sido igual. Mi hermana cree que me estoy volviendo loco. A veces, yo también lo creo. Y ahora... ahora soy un ladrón, estoy marcado, y sin haber llegado a tocar la riqueza por la que vendí mi buena fama. ¡Que Dios se apiade de mí! ¡Que Dios se apiade de mí!

Estalló en sollozos convulsivos, con la cara oculta entre las manos.

Se produjo un largo silencio, roto tan sólo por su agitada respiración y por el rítmico tamborileo de los dedos de Sherlock Holmes sobre el borde de la mesa. Por fin, mi amigo se levantó y abrió la puerta de par en par.

-¡Váyase! -dijo.

-¿Cómo, señor? ¡Oh! ¡Dios le bendiga!

-Ni una palabra más. ¡Fuera de aquí!

Y no hicieron falta más palabras. Hubo una carrera precipitada, un pataleo en la escalera, un portazo y el seco repicar de pies que corrían en la calle.

-Al fin y al cabo, Watson -dijo Holmes, estirando la mano en busca de su pipa de arcilla-, la policía no me paga para que cubra sus deficiencias. Si Horner corriera peligro, sería diferente, pero este individuo no declarará contra él, y el proceso no seguirá adelante. Supongo que estoy indultando a un delincuente, pero también es posible que esté salvando un alma. Este tipo no volverá a descarriarse. Está demasiado asustado. Métele en la cárcel y lo convertirá en carne de presidio para el resto de su vida. Además, estamos en época de perdonar. La casualidad ha puesto en nuestro camino un problema de lo más curioso y extravagante, y su solución es recompensa suficiente. Si tiene usted la amabilidad de tirar de la campanilla, doctor, iniciaremos otra investigación, cuyo tema principal será también un ave de corral.

El Eureka de Arquímedes.

Arquímedes nació en Siracusa, Sicilia. La fecha exacta de su nacimiento es dudosa, aunque se cree que fue en el año 287 a. C. Sicilia era a la sazón territorio griego. Su padre era astrónomo y pariente de Hierón II, rey de Siracusa desde el año 270 al 216 a. C. Arquímedes estudió en Alejandría, Egipto, centro intelectual del mundo mediterráneo, regresando luego a Siracusa, donde se hizo inmortal.

En Alejandría le habían enseñado que el científico está por encima de los asuntos prácticos y de los problemas cotidianos; pero eran precisamente esos problemas los que le fascinaban a Arquímedes, los que no podía apartar de su mente. Avergonzado de esta afición, se negó a llevar un registro de sus artilugios mecánicos; pero siguió construyéndolos y a ellos se debe hoy día su fama.

Arquímedes había adquirido renombre mucho antes de que las naves romanas entraran en el puerto de Siracusa y el ejército romano pusiera sitio a la ciudad. Uno de sus primeros hallazgos fue el de la teoría abstracta que explica la mecánica básica de la palanca. Imaginemos una viga apoyada sobre un punto de apoyo (fulcro), de manera que la longitud de la viga sea por un lado diez veces mayor que el otro lado. Al empujar hacia abajo la viga por el brazo más largo, el extremo corto se desplaza una distancia diez veces inferior; pero, a cambio, la fuerza que empuja hacia abajo el lado largo se multiplica por diez en el extremo del brazo corto. Podría decirse que, en cierto sentido, la distancia se convierte en fuerza y viceversa.

Arquímedes no veía límite a este intercambio de que la distancia se convierte en fuerza, porque si bien era cierto que un individuo disponía sólo de una cantidad de fuerza, la distancia carecía de fronteras. Bastaba con fabricar una palanca suficientemente larga y tirar hacia abajo del lado más largo en un trecho suficiente y podría levantarse cualquier peso.

«Dadme un punto de apoyo», dijo Arquímedes, «y moveré el mundo.»

El rey Hierón, creyendo que aquello era una broma, le pidió que moviera algún objeto pesado: quizá no el mundo, pero algo de bastante volumen. Arquímedes eligió una nave que había en el dique y pidió que la cargaran de pasajeros y mercancías; ni siquiera vacía podrían haberla botado gran número de hombres tirando de un sinfín de sogas.

Arquímedes anudó los cabos y dispuso un sistema de poleas (una especie de palanca, pero utilizando sogas en lugar de vigas). Tiró de la soga y con una sola mano botó lentamente la nave.

Hierón estaba ahora más que dispuesto a creer que su gran pariente podía mover la tierra si quería, y tenía suficiente confianza en él para plantearle problemas aparentemente imposibles.

Cierto orfebre le había fabricado una corona de oro. El rey no estaba muy seguro de que el artesano hubiese obrado rectamente; podría haberse guardado parte del oro que le habían entregado y haberlo sustituido por plata o cobre. Así que Hierón encargó a Arquímedes averiguar si la corona era de oro puro, sin estropearla, se entiende.

Arquímedes no sabía qué hacer. El cobre y la plata eran más ligeros que el oro. Si el orfebre hubiese añadido cualquiera de estos metales a la corona, ocuparían un espacio mayor que el de un peso equivalente de oro. Conociendo el espacio ocupado por la corona (es decir, su volumen) podría contestar a Hierón. Lo que no sabía era cómo averiguar el volumen de la corona sin transformarla en una masa compacta.

Arquímedes siguió dando vueltas al problema en los baños públicos, suspirando probablemente con resignación mientras se sumergía en una tinaja llena y observaba cómo rebosaba el agua. De pronto se puso en pie como impulsado por un resorte: se había dado cuenta de que su cuerpo desplazaba agua fuera de la bañera. El volumen de agua desplazado tenía que ser igual al volumen de su cuerpo. Para averiguar el volumen de cualquier cosa bastaba con medir el volumen de agua que desplazaba. ¡En un golpe de intuición había descubierto el principio del desplazamiento! A partir de él dedujo las leyes de la flotación y de la gravedad específica.

Arquímedes no pudo esperar: saltó de la bañera y, desnudo y empapado, salió a la calle y corrió a casa, gritando una y otra vez: «¡Lo encontré, lo encontré!» Sólo que en griego, claro está: «¡Eureka! ¡Eureka!» Y esta palabra se utiliza todavía hoy para anunciar un descubrimiento feliz.

Llenó de agua un recipiente, metió la corona y midió el volumen de agua desplazada. Luego hizo lo propio con un peso igual de oro puro; el volumen desplazado era menor. El oro de la corona había sido mezclado con un metal más ligero, lo cual le daba un volumen mayor y hacía que la cantidad de agua que desbordaba fuese más grande. El rey ordenó ejecutar al orfebre.

Arquímedes jamás pudo ignorar el desafío de un problema, ni siquiera a edad ya avanzada. En el año 218 a. C. Cartago (en el norte de África) y Roma se declararon la guerra; Aníbal, general cartaginés, invadió Italia y parecía estar a punto de destruir Roma. Mientras vivió el rey Hierón, Siracusa se mantuvo neutral, pese a ocupar una posición peligrosa entre dos gigantes en combate. Tras la muerte de Hierón ascendió al poder un grupo que se inclinó por Cartago. En el año 213 a. C. Roma puso sitio a la ciudad.

El anciano Arquímedes mantuvo a raya al ejército romano durante tres años. Pero un solo hombre no podía hacer más y la ciudad cayó al fin en el año 211 a.C. Ni siquiera la derrota fue capaz de detener el cerebro incansable de Arquímedes. Cuando los soldados entraron en la ciudad estaba

resolviendo un problema con ayuda de un diagrama. Uno de aquellos le ordenó que se rindiera, a lo cual Arquímedes no prestó atención; el problema era para él más importante que una minucia como el saqueo de una ciudad. «No me estropeéis mis círculos», se limitó a decir. El soldado le mató.

Los descubrimientos de Arquímedes han pasado a formar parte de la herencia de la humanidad. Demostró que era posible aplicar una mente científica a los problemas de la vida cotidiana y que una teoría abstracta de la ciencia pura -el principio que explica la palanca- puede ahorrar esfuerzo a los músculos del hombre. Y también demostró lo contrario: porque arrancando de un problema práctico -el de la posible adulteración del oro- y descubrió un principio científico.

Lo más importante que Arquímedes hizo –y que nadie había hecho de sus predecesores - fue aplicar la ciencia a los problemas de la vida práctica, de la vida cotidiana.

El teletrófono de Meucci

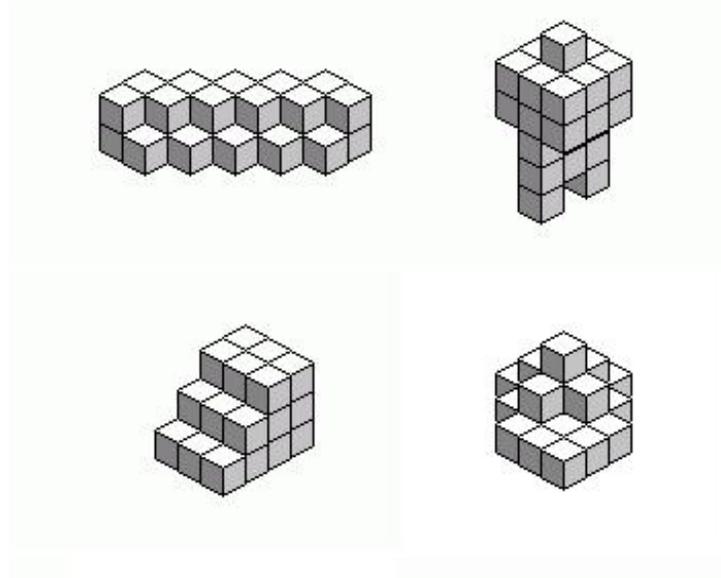
Durante más de un siglo se mantuvo el error de atribuir a Alexander Graham Bell el invento del teléfono hasta que finalmente, el 11 de junio del 2002, el congreso de los Estados Unidos reconoció a Antonio Meucci como su verdadero inventor.

Meucci nació en Florencia el 13 de abril de 1808 y estudió ingeniería mecánica en la misma ciudad. En la década de 1830 trabajó en Cuba tratando enfermedades reumáticas mediante choques eléctricos y fue precisamente en éste trabajo cuando descubrió que a través de un cable era posible la transformación de vibraciones sonoras en impulsos eléctricos, lo cual permitía la transmisión de la voz a distancia.

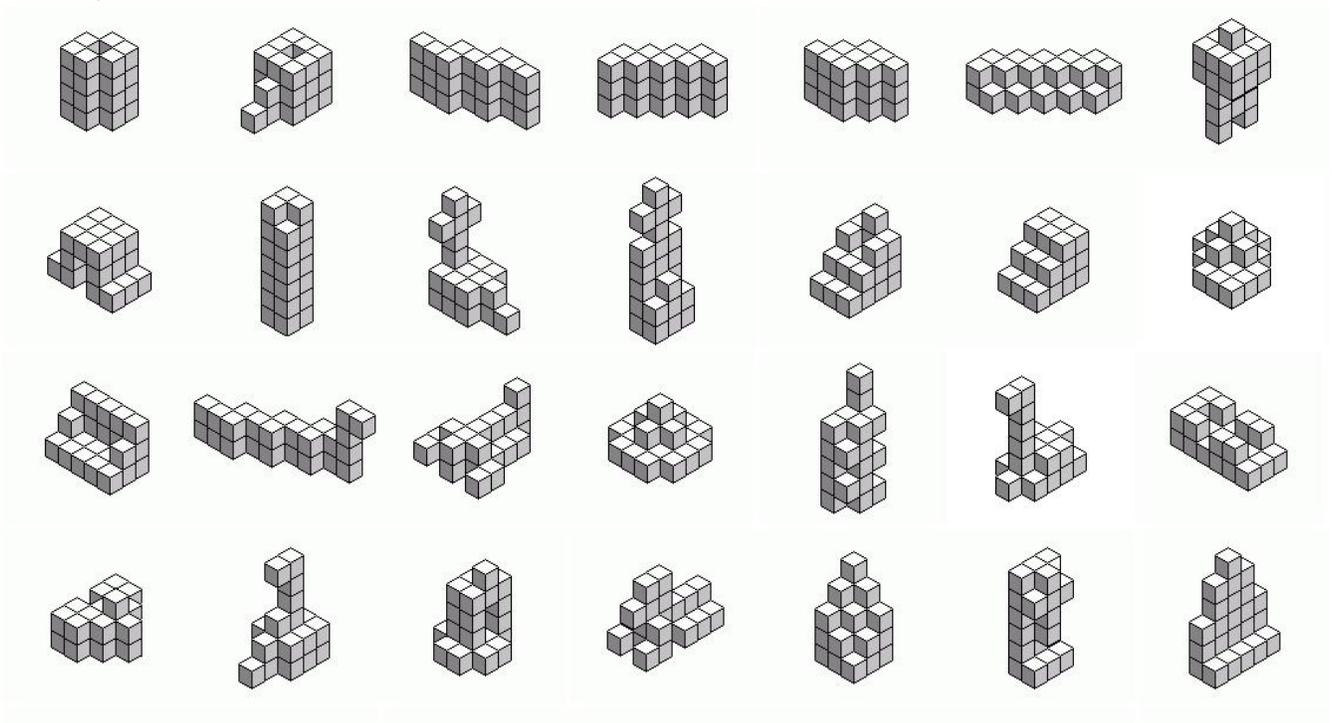
En los años cincuenta ya establecido en Nueva York, Meucci comenzó a diseñar prototipos telefónicos, construyendo un primer modelo en 1855 para en 1871 presentar un aparato ya perfeccionado. En el mismo año pidió la patente del “teletrófono” (como él lo bautizó), pero la renovación de la demanda de patente costaba diez dólares cada año. Por consiguiente, le fue imposible cumplir con esta obligación y perdió los derechos legales sobre el invento (1874).

El 10 de marzo de 1876, Graham Bell presentó en la Exposición del Centenario, celebrada en Filadelfia, el teléfono, una máquina eléctrica que transmitía la voz a distancia, aparato que patentó poco después. Meucci reclamó durante años sus derechos de autor en los tribunales, pero murió sin que nadie reconociera su aporte como creador de uno de los principales inventos del siglo XX.

Dibujo I



Dibujo II



Bibliografía

CHALMERS, ALAN F. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Siglo XXI de España Editores, Tercera edición en España, Mayo 2000.

GRATZER WALTER, *Eurekas y Euforias. Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas*. Traducción castellana de Javier García Sanz, título original *Eurekas and Euphorias. The Oxford Book of Scientific Anecdotes*. Primera edición al español Editorial Crítica Barcelona.

MARX W. WARTOFSKY, *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Alianza Universidad, Madrid, 1968-1973

PINK DANIEL H. *La sorprendente verdad sobre qué nos motiva*, Traducción Mar Vidal, título original: *Drive. The Surprising Truth About What Motivates Us*, Centro Libros PAPP, S.L.U. Grupo Planeta Barcelona, 2010.

ROSENBLUETH ARTURO, *El método científico*; Ediciones científicas, La Prensa Médica Mexicana, S.A. De C.V. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional/México.

SAMIR OKASHA, *Una brevísima introducción a la filosofía de la ciencia* Editorial Océano de México, S.A. de C.V., México, D.F.

SHAPERRE, D. *El concepto de observación en ciencia y en filosofía. En filosofía de la ciencia. Teoría y observación*. México: Siglo XXI, 1989.

© UNESCO, *La filosofía, una escuela de la libertad*, edición en español 2011. Publicación originalmente en francés, bajo el título “La Philosophie, une Ecole de la Liberté -Enseignement de la philosophie et apprentissage du philosophe : état des lieux et regards pour l'avenir” (UNESCO, 2007). Traducción al español por la UNESCO.