

PROGRAMA EXPLORA

El Programa EXPLORA®-CONICYT quiere agradecer a los científicos, académicos y profesionales del ámbito de la ciencia, la tecnología, la educación y la cultura, quienes durante todo el año nos acompañan y colaboran, y especialmente a quienes aportaron su conocimiento e ingenio en el presente Libro de Actividades:

Pablo Oyarzun, Filósofo, Universidad de Chile
 Nicolás Yutronic, Químico, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
 Museo ARTEQUIN
 Daniel González, Profesor de Educación Tecnológica
 Diether Gothe, Arquitecto
 Patricio Aguilera, Fotógrafo

Edición General y Producción: Programa EXPLORA® - CONICYT
 Gráfica, Diseño y Diagramación: Rafael Nangarí Bade & Aquagraphics
 Impresión: Gráfica Quilicura

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, sin fines de lucro, citando la fuente y al Programa EXPLORA® - CONICYT



PROGRAMA EXPLORA® - CONICYT
 Bernarda Morin 566, Providencia, Santiago
 Teléfonos: (56-2) 3654571 - 3654576
 Fax: (56-2) 6551386
 email: explora@conicyt.cl
 Sitio Web: www.explora.cl



VII Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología
 2 al 5 de Octubre del 2001

ACTIVIDADES NACIONALES

1000 CIENTÍFICOS, 1000 AULAS: hombres y mujeres de ciencia vuelven al colegio para encantar a los estudiantes con el mundo del saber

DÍA DE LA CIENCIA EN MI COLEGIO: la comunidad escolar prepara actividades especiales para celebrar la Ciencia y el Arte

CONVERSANDO CON CIENTÍFICOS: los investigadores realizan entretenidas charlas sobre su trabajo para los estudiantes

LABORATORIOS ABIERTOS: las instituciones del saber, Universidades, Institutos y Centros de Ciencia, abren sus laboratorios a la curiosidad de alumnos y profesores

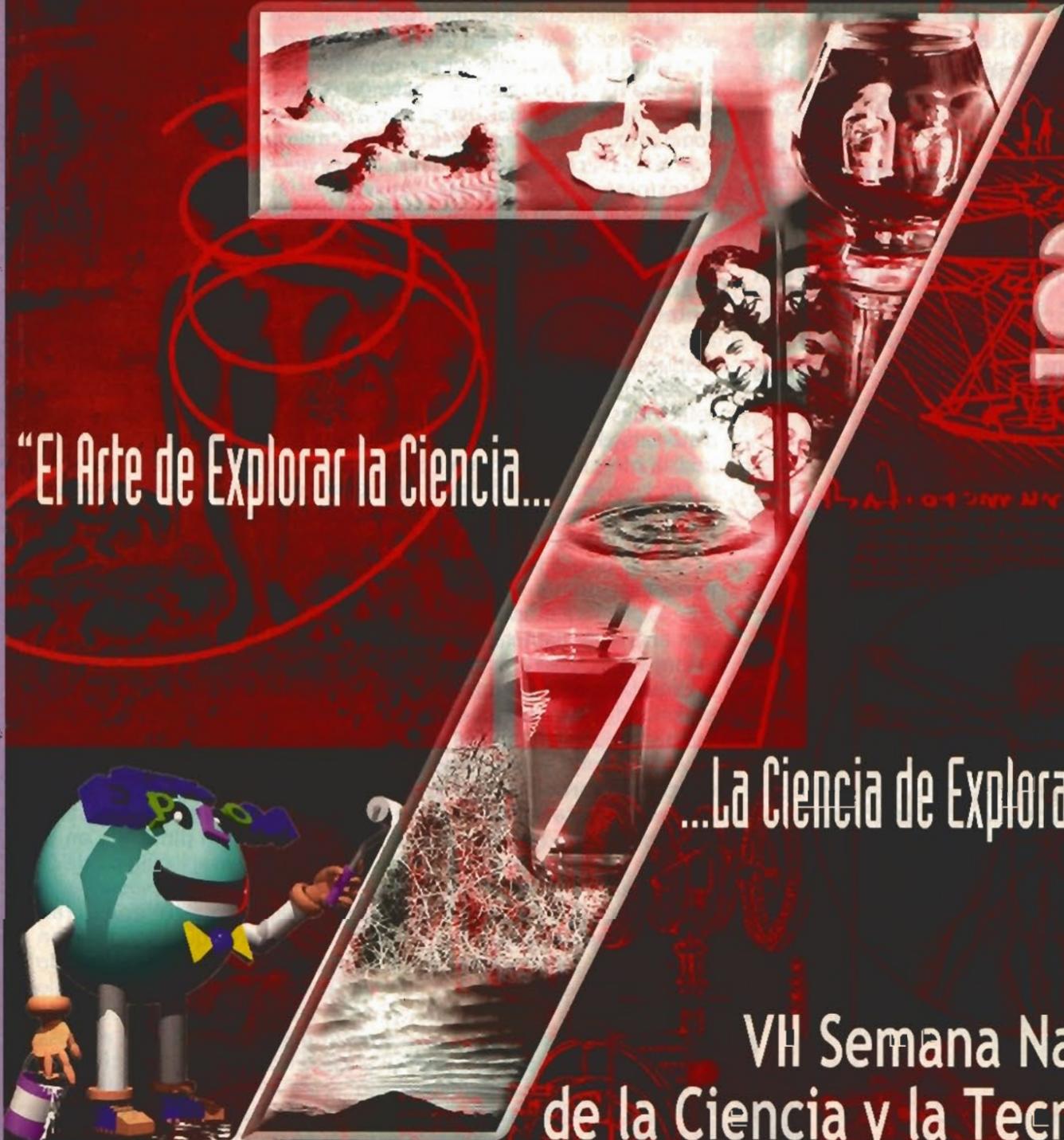
Auspiciadores Nacionales:



COORDINADORES DE LA VII SEMANA NACIONAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

- I Región**
 ARICA / PARINACOTA
 Eliana Belmonte S.
 Universidad de Tarapacá
 Fono: 58 - 205557
- II Región**
 ANTOFAGASTA / EL LJA / TOCOPILLA
 Mario Pereira A.
 Universidad Católica del Norte
 Fono: 55 - 355031
- III Región**
 COPIAPO / CHAñarAL / HUASCO
 Julia Li Kao T.
 Universidad de Atacama
 Fono: 52 - 206692
- IV Región**
 ELQUI / CHOAPA / LIMARI
 Sergio González A.
 Universidad Católica del Norte
 Fono: 51 - 209909
- V Región**
 VALPARAISO / QUILLOTA / SAN ANTONIO / SAN FELIPE / PETORCA / LOS ANDES
 Mabel Keller M.
 Universidad Católica de Valparaíso
 Fono: 32 - 273531
- JUAN FERNÁNDEZ
 Eric Bravo
 Colegio Dresden Básico
 Fono-Fax: 32 - 751034
- ISLA DE PASCUA
 Galvarino Rivero D.
 Liceo Lorenzo Baaza Vega
 Fono: 32 - 100156
- VI Región**
 SAN FERNANDO / RANCAGUA
 Vicente Díaz
 Universidad Tecnológica Metropolitana, Sede San Fernando
 Fono-Fax: 72 - 715940
- VII Región**
 TALCA / CURICÓ
 Iván Rasmal B.
 Universidad de Talca
 Fono-Fax: 71 - 200448
- VIII Región**
 CONCEPCIÓN / ARAUCO / BÍO BÍO / RÍBULE
 Anita Valdés J.
 Universidad de Concepción
 Fono-Fax: 41 - 216722
- IX Región**
 CAUTÍN / MALLECO
 María Cristina Díez
 Universidad de La Frontera
 Fono: 45 - 325478
- X Región**
 VALDIVIA
 Lilian Villanueva Ch.
 Universidad Austral de Chile
 Fono: 63 - 221124
- OSORNO
 José Barra Avendaño
 Universidad de Los Lagos
 Fono: 64 - 305282
- PUERTO MONTT / CHILOÉ
 Carola Ríos
 Universidad Austral de Chile, Campus Peltuco.
 Fono: 65 - 260990
- XI Región**
 COYHAIQUE / AYSÉN
 Elizabeth Manzano
 Universidad Austral de Chile, Centro de Trapananda.
 Fono: 67 - 234467
- XII Región**
 PUNTA ARENAS / PORVENIR / PUERTO NATALES
 Margarita Garrido E.
 Universidad de Magallanes.
 Fono: 61 - 207074
- TERRITORIO ANTÁRTICO CHILENO
 Wladimir Pinochet O.
 Escuela F-50 Las Estrellas
 Fono: 6948957
- Región Metropolitana**
 Equipo EXPLORA
 Programa EXPLORA-CONICYT
 Fono: 3654576

PROGRAMA EXPLORA-CONICYT



"El Arte de Explorar la Ciencia..."

...La Ciencia de Explorar el Arte"

VII Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología
 2 al 5 de Octubre - 2001

LIBRO DE ACTIVIDADES

La relación entre Arte y Ciencia, como veremos en el artículo de Pablo Oyarzun, que nos invita a explorar esta conexión, es algo complejo de determinar. Por una parte está el análisis histórico y por otra la visión individual de artistas y científicos, quienes pueden sostener posturas muy diversas desde ambas áreas del conocimiento.

EXPLORA, más que buscar una respuesta categórica y definitiva, quiere promover un diálogo, una reflexión, que aporte nuevas miradas al comienzo de este nuevo milenio.

Equipo
Explora-Conicyt



Se suele sostener que el arte y la ciencia constituyen dos esferas de la cultura claramente diferenciadas, determinadas por motivaciones y por objetivos que no tienen nada que ver entre sí.

En general, se puede decir que la raíz ancestral común a ambas actividades es la magia, como forma arcaica de apropiación de la realidad. Pero la ciencia se constituye en lo que es a partir de una tajante separación respecto de estos inicios: una separación que ya ocurre en la antigua Grecia. Esa ruptura originaria instala como principio de apropiación científica de la realidad la indagación y el esclarecimiento racional, a través de la observación, la descripción, la pregunta, la hipótesis, la explicación y la manipulación. En ese principio está contenida la convicción de que la realidad tiene un peso objetivo, independiente de nuestros deseos, sentimientos y opiniones.

En cambio, el arte mantiene un secreto vínculo con el suelo materno ancestral en virtud del privilegio soberano que concede a la fantasía, y por la significación decisiva que le atribuye a la respuesta que los seres humanos —en emociones, pensamientos y actitudes— dan a sus productos. A partir de esta diferencia, las relaciones entre ciencia y arte no podrían ser sino externas y muy distantes. Sin embargo, una mirada a la historia de esas relaciones podría ofrecer una idea algo distinta.

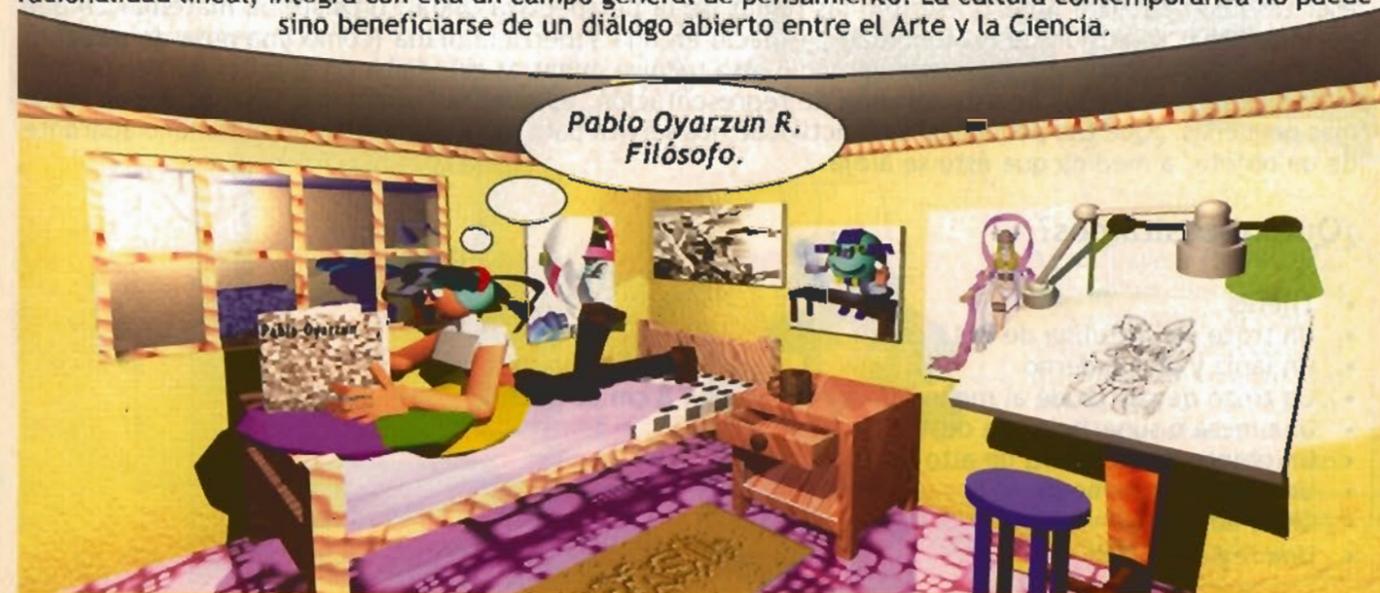
Un grueso bosquejo podría reconocer tres grandes etapas o fases en la relación de arte y ciencia desde que hay arte como tal —en el sentido en que empleamos regularmente el término—, es decir, desde la disolución de la Edad Media y la vispera del Renacimiento.

En la primera etapa —la que se abre, precisamente, en el tiempo que acabo de mencionar— la ciencia y el arte ocupan territorios vecinos. Las fronteras de estos territorios todavía no han llegado a consolidarse y suelen enseñar zonas difusas, donde el tipo de actividad o de búsqueda que allí se emprende no puede ser encuadrado con claridad en una categoría definida del saber o hacer humanos. Así, las indagaciones de la perspectiva que realizan los grandes arquitectos y pintores del Renacimiento pertenecen a la vez al desarrollo de la ciencia geométrica de la época, y el experimento es practicado por primera vez en la pintura y en la música, previamente a su empleo sistemático en la ciencia de la naturaleza. Pero, de manera más general, hay una correspondencia y una solidaridad profundas entre la ciencia y el arte en el afán por descubrir la legalidad del espacio natural que nos revelan nuestras percepciones y por configurar una imagen del mundo únicamente desde las capacidades humanas, sin el auxilio de la revelación divina. La sentencia de Leonardo da Vinci "l'arte é cosa mentale" ("el arte es cosa mental"), que acentúa el carácter intelectual de la actividad artística, en desmedro del factor de trabajo manual que implica (sobre todo en el caso de las artes plásticas), no se limita a ser el síntoma orgulloso de una gran individualidad, sino que se cierne sobre todo el programa renacentista subrayando esa relación entre Ciencia y Arte.

La segunda etapa corresponde a la determinación estética del arte, que se despliega en el siglo XVIII. Se inaugura con el reconocimiento de que ciertas sensaciones, que despiertan reacciones íntimas (emotivas, imaginativas, asociativas), abren el camino para un examen de zonas menos conocidas y menos controladas de la subjetividad, que no pueden ser reducidas al formato de una racionalidad única como la que se abre paso a través del proceder de las ciencias de la naturaleza, en camino a su plena madurez. Las bellas artes son reconocidas como la producción deliberada de fenómenos que suscitan tales sensaciones, y que no pueden ser acogidos en su especificidad con las herramientas de la descripción o del cálculo. Así, famosamente sostuvo Kant que el juicio estético no puede ser dictado a partir de reglas, y que expresa una actividad reflexiva libre del peso del discurso demostrativo o preceptivo. El arte constituye una esfera propia, vinculada a la sensibilidad y a la reflexión suelta, provista de sus propias e inconfundibles características, radicalmente separada de la esfera del conocimiento (de la ciencia) y de la esfera de la praxis (de la moral, la política, la religión). Es justamente en este contexto que germina y florece la idea de una diferencia radical entre arte y ciencia. Se trata, pues, de una idea que tiene una localización histórica más o menos precisa, y, como sucede con todo lo de esta índole, su persistencia no está en absoluto asegurada.

El nacimiento y posterior expansión de lo que usualmente se ha denominado "arte moderno" (y cuya partida de nacimiento está fechada, más o menos, en la cuarta y quinta décadas del siglo XIX, pero que ya empieza a ser preparada por el romanticismo) es, desde un primer punto de vista, el despliegue de la determinación estética del arte, en el sentido de una formulación cada vez más estricta del principio del arte como tal, del arte en su pureza, y, desde otro, el surgimiento de un cambio radical de definición. En el fundamento de este proceso hallamos la crisis histórica que el arte experimenta a partir del romanticismo y que a manera de sinopsis queda recogida en la tesis hegeliana acerca del "fin del arte" y, más tarde, en la aventura de las vanguardias. Esta crisis no sólo conduce, contemporáneamente, a una suerte de pluralismo abierto de los recursos, estilos y modos artísticos, sino también de los usos del arte. En el curso de este proceso, y bajo el desafío fundamental que entraña para el arte la configuración del dominio técnico de la realidad, fundado en el conocimiento científico, han tenido lugar múltiples experiencias en que la producción artística asume los rasgos de una exploración que recurre a menudo a procedimientos habitualmente asociados a la pesquisa científica, y de una experiencia que interpela expresamente a las posibilidades de conocimiento de la realidad y de intervención activa en ella.

En la perspectiva de los desarrollos contemporáneos, la diferencia epistemológica entre las estrategias de búsqueda en la ciencia y en el arte no es, en modo alguno, irreconciliable. En las últimas décadas ha ganado terreno la convicción de que la investigación en ciencia no es la expresión de un tipo único y unívoco de racionalidad, y que la significación que tiene en ella la imaginación y el margen que admite para la inventiva y lo aleatorio son considerables y, de hecho, decisivos. Por otra parte, cada vez se está más dispuesto a admitir que la creación artística posee un componente reflexivo y discursivo muy gravitante, y que, en lugar de oponerse a la ciencia como puede oponerse una función intuitiva divergente a una racionalidad lineal, integra con ella un campo general de pensamiento. La cultura contemporánea no puede sino beneficiarse de un diálogo abierto entre el Arte y la Ciencia.



Pablo Oyarzun R.
Filósofo.

LEONARDO DA VINCI

EXPLORA

EXPERIMENTA

Científico, pintor, ingeniero, arquitecto, inventor...

Científico, pintor, ingeniero, arquitecto, inventor: todo esto y mucho más fue Leonardo da Vinci (1452 - 1519), uno de los grandes genios del Renacimiento.

Leonardo nació el 15 de abril en Vinci, un pueblo cercano a Florencia (actual Italia). Fue un niño enormemente curioso, que coleccionó insectos, huevos de pájaro, esqueletos de animales, pieles de serpiente y plantas raras. En su juventud, Leonardo estudió en el taller de pintura y escultura de Andrea del Verrocchio, uno de los artistas consagrados de la época. A los 30 años se trasladó a Milán a trabajar para el duque Ludovico Sforza. El duque lo contrató tras haber recibido una carta de presentación en la que Leonardo se ofrecía como pintor, escultor, arquitecto, ingeniero e inventor, capaz de construir puentes portátiles, barcos, vehículos blindados, catapultas y otros ingenios bélicos.

En Milán, Leonardo pasó 17 años de su vida, trabajando en proyectos artísticos y científicos en los que la observación y el deseo de experimentar constituyeron los principales motores. En abril de 1500 retornó a Florencia, donde escribió ensayos sobre la fuerza y el movimiento, estudió la Luna con unos lentes de aumento contruidos por él mismo e hizo experimentos de gravitación, palancas, tornillos y engranajes. De esta época son inventos como una muela para pulir lentes, la máquina de hilar, los telares mecánicos y una prensa automática de impresor.

En 1502 el noble César Borgia nombró a Leonardo como arquitecto e ingeniero jefe personal, para quien, entre otras cosas, dibujó detallados mapas de la región de Arezzo. Estos mapas, basados en las matemáticas, fueron los precursores de la cartografía moderna.

Uno de los problemas que fascinó a Leonardo, fue el arte de volar. Su proyecto final era llegar a construir un aparato que permitiera volar al ser humano. Gracias a sus observaciones, se adelantó en siglos a los avances de la ciencia, al calcular exactamente el tamaño que debían tener las alas del aparato, y conocer los efectos del aire sobre la superficie de las mismas.

En mayo de 1506 Leonardo regresó a Milán y, bajo la protección de Luis XII, se dedicó intensamente a la ciencia. Realizó investigaciones geológicas, estudió la evolución de las especies y llevó a cabo completos estudios de anatomía.

En 1516, el rey de Francia Francisco I le invitó a vivir en el país. Allí realizó varios proyectos de arquitectura e ingeniería. Murió en el castillo de Cloux, el 2 de mayo de 1519.

LA PERSPECTIVA DE LEONARDO

Una de las principales preocupaciones que demostró Leonardo en sus creaciones pictóricas, fue la representación de la Naturaleza con fidelidad.

Esta idea era compartida por otros artistas del Renacimiento. A principios del siglo XV, el artista y escritor Leon Battista Alberti escribió las reglas de la perspectiva lineal, un sistema matemático que permite crear la ilusión de profundidad y espacio en una superficie plana (como una hoja de papel, o una tela). Probablemente, Leonardo aprendió esta técnica mientras estudiaba en el taller de Verrocchio.

Uno de los resultados de este sistema de representación, es que las figuras más lejanas deben verse más pequeñas. ¿Qué tan pequeñas? Esta actividad nos servirá para medir el cambio en el tamaño aparente de un objeto, a medida que éste se aleja.

¿Qué necesitamos?

- Tijeras
- Un trozo de cartulina de 8x13 cm
- Un lápiz y un cuaderno
- Un trozo de cartón de al menos 35 cm de largo, y 8 cm de ancho
- Una mesa o superficie lisa de 1.20 m
- Un objeto de 25-30 cm de alto (caja, botella...)
- Una huincha de medir
- Cinta adhesiva
- Una regla

4

¿Cómo lo vamos a hacer?

1. Dobra el trozo de cartulina a lo largo, dejando una pestaña de unos 3 cm para apoyarla sobre una superficie.
2. Sobre la cartulina, mide y corta un cuadrado de unos 2 cm por lado, cerca de uno de los extremos de la cartulina y justo sobre el doblez que realizaste.
3. Con la cinta adhesiva, pega la pestaña de la cartulina a un extremo del trozo de cartón, alineando el agujero con el lado derecho del cartón. Ya tienes armado tu visor.
4. Mide la altura del objeto que escogiste y regístrala en el cuaderno.
5. Pega la huincha a la superficie de la mesa, de modo que los 0 cm coincidan con el borde.
6. Ubica el visor de cartón en ángulo recto al borde de la mesa, y alineado con la huincha de medir. El cartón del visor debe sobresalir exactamente 30 cm del borde de la mesa. Fíjate en la figura para que guíe tu montaje. Asegura el visor a la mesa con cinta adhesiva.
7. Mira por el agujero del visor. Pídele a un compañero que sujete verticalmente la regla, con la marca de 0 cm hacia abajo, de modo que puedas leer sus números sin problema a través del visor.
8. Con tu compañero, sitúen el objeto a 20 cm del borde de la mesa, de acuerdo a las medidas de la huincha. Mira el objeto por el visor. ¿Cuánto te indica que mide la regla? Registra el valor en tu cuaderno.
9. Repite la operación, situando el objeto cada vez 10 cm más lejos. Registra los valores asociados. Luego, repitan la operación, pero esta vez deberá ver tu compañero, y registrarán sus datos.
10. Con los datos obtenidos, dibujen un gráfico que relacione la distancia del objeto con su altura aparente. Luego realicen predicciones sobre la altura aparente del objeto a una distancia que no hayan considerado. Observen si sus predicciones son correctas, realizando las mediciones respectivas.



El pintor holandés M. C. Escher (1898-1972) trabajó un concepto de la representación en la pintura muy diferente al que buscó Leonardo. Sus obras reflejan la tensión que caracteriza todo intento de reproducir una realidad de tres dimensiones sobre una superficie plana.

5



Alexander Calder (1898-1976) nació en Filadelfia, Estados Unidos. Su madre era pintora y su padre y abuelo, escultores. Se tituló de ingeniero mecánico, derivando más tarde a concretar su pasión, el arte.

Estudió pintura, viajó por Europa y Sudamérica, creó un Circo en miniatura, trabajó en arte abstracto, hasta que un día comenzó a poner en práctica un original concepto: esculturas que se mueven. Las creaciones de Calder eran diferentes a las que se habían hecho hasta ese momento, siempre quietas y estáticas. El artista francés Marcel Duchamp, impresionado con estas obras, las llamó *mobiles*.

Calder aplicó los principios de la mecánica de motores a obras de arte, integrando sus conocimientos científicos a su creación artística. Sus esculturas ya no eran estáticas, sino que estaban en constante dinamismo. Posteriormente, Calder cambió la energía de los motores por la fuerza eólica (del viento) para impulsar sus *mobiles*.

¿Te gustan los cuadros de Pablo Picasso? Este pintor español es considerado uno de los mensajeros de la ciencia del siglo XX. Pintaba más lo que pensaba que lo que veía. Para él, sus obras eran investigaciones con una secuencia lógica que algún día permitirían estudiar la "ciencia de la creatividad".



En forma paralela, Calder desarrolló los *stables*, estructuras estáticas de placas de metal atornilladas que parecen livianas y dinámicas gracias a sus formas y líneas curvas. También creó los móviles-estables (*mobile-stabile*), estructuras fijas que tienen en la cima un móvil que se balancea.

¿Qué vamos a hacer?

Vamos a construir un *mobile* o móvil, una escultura que se mueva con el viento según la idea de Alexander Calder.

¿Qué necesitamos?

- Varillas de alambre flexible de máximo 35 cm de largo. (una varilla sirve para colgar dos figuras o piezas)
- Figuras en cartulina u hoja de block (los moldes los encontrarán en estas páginas)
- Tijeras (de punta roma para niños de primer ciclo básico)
- Témpera, lápices pastel o de tinta, de colores primarios (rojo, azul, amarillo)
- Hilo de pescar (de nylon)
- Perforadora

¿Cómo lo hacemos?

1. Copia o calca en la cartulina los moldes de las figuras que aparecen aquí, amarillas para Primer Ciclo Básico y celestes para Segundo Ciclo Básico. También puedes mezclar las piezas para hacer el móvil.
2. Corta las piezas del móvil.
3. Utilizando la perforadora haz un orificio donde se indica en cada pieza.
4. Colorea las piezas con témpera, lápices pasteles o de tinta.
5. Introduce el hilo por el orificio que perforaste para colgar las piezas en las varillas de alambre.
6. Tuerce cada varilla de alambre por el centro de manera que quede un orificio en el medio, donde pasará el hilo que sujeta otra varilla.
7. Lo mismo debes hacer con los extremos de las varillas. Dóblalos o tuércelos para que quede un pequeño orificio en cada punta por donde introducir el hilo que sujeta las piezas.
8. Cuelga en cada extremo de las varillas las diferentes figuras.
9. Une los alambres, pasando el hilo por el orificio del centro de las varillas.
10. Finalmente, cuelga la escultura en el lugar de tu casa que tú quieras, de preferencia cerca de una ventana para que veas cómo se mueve con el viento.

NOTA:

- Esta experiencia es recomendada para niños mayores de 6 años.
- Los niños de Primer Ciclo Básico deben confeccionar el móvil con la supervisión de un adulto y teniendo especial cuidado con la tijeras y las puntas de los alambres.

PAPEL SALADO

EXPLORA

Cómo hacer papel fotográfico...

¿Qué vamos a hacer?

Vamos a transformar papel común en papel fotosensible, es decir, papel sensible a la luz en el que podremos dejar impresa una forma o figura, para crear un fotograma utilizando una técnica alternativa de impresión fotográfica.

¿Qué necesitamos?

- Solución A:** 20 gramos de cloruro de sodio (sal común)
10 gramos de citrato sódico
10 gramos de gelatina sin sabor
1000 cc. de agua destilada
- Solución B:** 10 gramos de nitrato de plata
100 cc. de agua destilada
- Fijador:** 150 gramos de tiosulfato de sodio
1000 cc. de agua

- Cualquier tipo de papel, el más conveniente es el que se usa para pintar con acuarela.
- Botellas oscuras para guardar las soluciones sobrantes.
- Objetos translúcidos, como trozos de encaje, figuras recortadas u otro.
- Una cubeta
- Un pincel
- Una ampolleta roja

¿Cómo lo hacemos?

1. **Solución A.** Primero se disuelve la gelatina en agua tibia a unos 40°C y después las sustancias restantes, agitando hasta lograr su completa disolución. La gelatina permite que la emulsión permanezca en la superficie del soporte.
2. Esta solución se vierte en una cubeta, se toma una hoja de papel y se deja reposar sobre la superficie del líquido unos 3 minutos. Es conveniente «salar» varias hojas para agilizar el proceso.
3. Dejar secar completamente la hoja de papel.
4. **Solución B.** Disolver el nitrato de plata en el agua. Esta operación se debe realizar con luz muy tenue o luz de seguridad. Extender con un pincel la solución B sobre el papel salado.
5. Dejar secar en la oscuridad. Este papel debe emplearse pronto, pues al cabo de unas horas se descompone. Guardar la solución restante en botellas oscuras.
6. Exponer a la luz del sol el papel seco, durante unos 10 minutos, poniendo encima algún objeto translúcido o con formas que permita pasar la luz y a la vez deje una impresión, como una hoja, encaje, objeto con diseños o recortes. El tiempo de exposición al sol depende de varios factores, principalmente de la cantidad de luz solar; a partir de los 5 minutos los cambios son fácilmente perceptibles.
7. Terminada la exposición, la imagen se lava durante unos 5 minutos en agua corriente hasta que desaparezca el color blanco lechoso de las sales de plata no reducidas por la luz.
8. **Fijado.** Se disuelve el tiosulfato de sodio en el agua y se sumerge el papel en este baño por 5 minutos, lo que rebaja parcialmente el tono de la imagen.
9. Finalmente se lava en agua corriente por 15 minutos...¡La imagen ya está lista!

GOMAS BICROMATADAS

EXPERIMENTA

¿Qué vamos a hacer?

Vamos a aprender una técnica alternativa para obtener una imagen fotográfica, utilizando goma arábica y emulsiones fotosensibles.

¿Qué necesitamos?

Se preparan 2 soluciones que luego se mezclan y se adicionan sobre un soporte en un ambiente con luz muy tenue o con luz de seguridad (ampolleta roja).

- Solución A:** 30 gramos de dicromato de amonio
100 cc. de agua
- Solución B:** 40 gramos de goma arábica
100 cc. de agua

- Témpera, anilina, acuarela, etc., de cualquier color
- Papel de Acuarela como soporte
- Un vaso de medir
- Un pincel o brocha pequeña
- Un termómetro

¿Cómo lo hacemos?

1. Prepara la **Solución A** disolviendo el dicromato de amonio en el agua a temperatura ambiente.
2. Prepara la **Solución de goma (B)** en agua caliente, por encima de 40° C, toma la temperatura con el termómetro.
3. Agrega unos 5 a 10 gramos de pigmento de color (témpera, acuarela, anilina, etc.) a unos 30 cc de la solución B.
4. Mezcla las soluciones A y la B con color y extiéndela sobre el soporte con un pincel o brocha pequeña
5. Deja secar completamente (puedes hacerlo con secador de pelo) y expone a la luz por 15 minutos, colocando sobre el papel un objeto translúcido o con formas que deje pasar la luz y a la vez deje una impresión, como una hoja, encaje, un envase plástico con diseños, recortes u otros.
6. Terminada esta operación, traslada el papel protegido de la luz a una cubeta con agua, ahora puedes encender la luz, pónlo debajo de un chorro suave de agua y pasa los dedos suavemente para eliminar el pigmento que no quedó retenido. Esto puede durar 15 minutos aproximadamente.

“Los museos son las casas que cobijan los pensamientos”,
Marcel Proust,
escritor francés de fines del siglo XIX
que murió en 1922.
¡Qué tal!



Dibujando con Luz y Química...

Colaboración de: Nicolás Yutronic

8

Colaboración de: Nicolás Yutronic

9

¿Qué vamos a hacer?

Confeccionar un instrumento llamado Caleidoscopio para jugar a observar el mundo de una manera muy entretenida.

Caleidoscopio o *Calidoscopio* es una palabra compuesta que viene de las palabras griegas *kallos* = bello, *eidos* = imagen y *skopein* = ver. En resumen, Caleidoscopio es un instrumento para ver imágenes bellas.

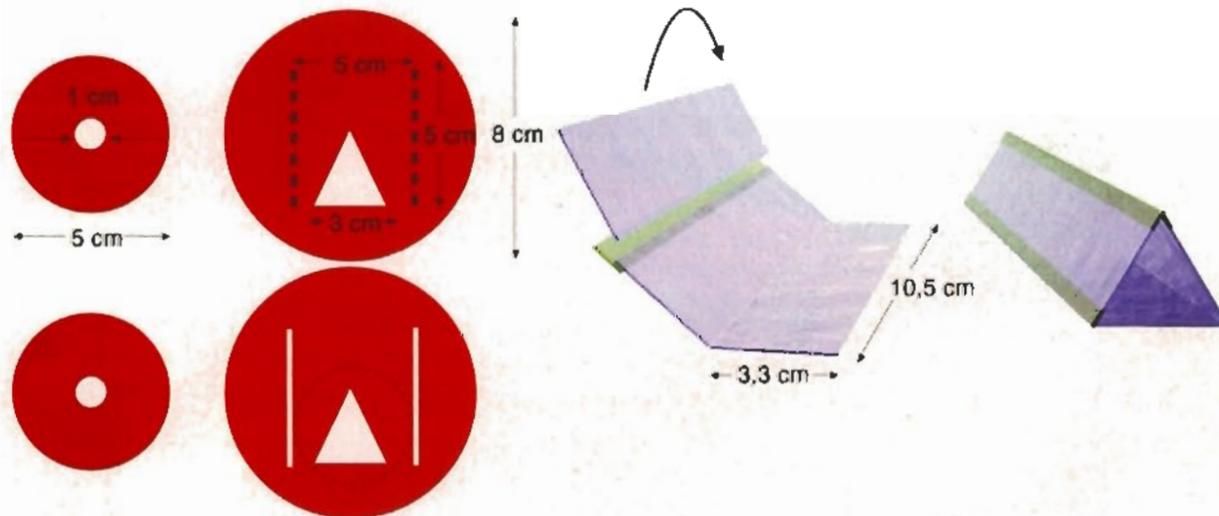
Para realizar este experimento necesitas de la ayuda y supervisión de tu profesor. Se sugiere realizar esta experiencia con niños entre 9 y 13 años.

¿Qué necesitamos?

- Un tubo de cartón (como los que trae el papel higiénico o la toalla de papel)
- Un trozo de mica transparente o una radiografía en desuso
- Cola fría
- Cinta adhesiva transparente
- Un vaso con agua clorada
- Témpera de varios colores
- Una tijera
- Un pincel
- Cartulina gruesa
- Una aguja de coser lana
- Dos palitos de fósforo

¿Cómo lo vamos a hacer?

1. Marca en una cartulina y luego recorta dos circunferencias, una de 5 cm y otra de 8 cm de diámetro. Marca las circunferencias como indica la figura, la pequeña con un círculo interior de 1 cm de diámetro y la más grande con un triángulo de 3 cm por lado, y perfóralas con la aguja de lana siguiendo las marcas.
2. Recorta cuidadosamente con tus dedos el interior de las circunferencias y rasga las dos líneas marcadas en los costados del triángulo de la circunferencia mayor, como muestra la figura.
3. Recorta tres trozos de mica de 3,3 cm de ancho por 10,5 cm de largo, y únelas a lo largo con la cinta adhesiva, formando una figura triangular.



Armado

1. Pega con cola fría el círculo de cartulina más grande en un extremo del tubo de cartón.
2. Introduce en el tubo las micas pegadas en forma triangular, haciendo coincidir al triángulo con la ventana del otro extremo. Fija las micas en esa posición con un poco de cola fría.
3. Cierra el tubo de cartón pegando en el otro extremo el círculo de cartulina más pequeño. Verifica que las perforaciones quedaron en su posición y deja secar el pegamento media hora como mínimo, mientras haces los filtros de colores.

Filtros de Colores

1. Recorta dos tiras de mica transparente de 4,8 cm de ancho por 25 cm de largo (si utilizas radiografías, pídele a un adulto que te ayude a lavarla con agua clorada para dejarla transparente).
2. Une las tiras con cinta adhesiva, luego deja caer gotitas de témpera de diferentes colores a lo largo y ancho de una de las micas. Junta las dos láminas de modo que se mezclen los colores, luego limpia y seca los bordes y une el lado libre de las micas con cinta adhesiva.
3. Con la aguja de lana haz una perforación en cada extremo del filtro, esto servirá para asegurarlo con palitos de fósforo cuando lo deslices por el caleidoscopio.

Ahora ya puedes jugar. Mira por el extremo circular del caleidoscopio y observa de cerca el mundo que te rodea. Mueve y gira el Caleidoscopio y examina cuidadosamente revistas, flores, figuras y lo que tú quieras. Luego introduce el filtro de colores en la ranura posterior del caleidoscopio y atraviesa los palitos de fósforo en los agujeros hechos anteriormente. Ahora mira por el agujero circular hacia la luz y desliza con la otra mano, suavemente, el filtro y observa qué sucede.

Confecciona más filtros de colores, usa tu imaginación y diviértete con tus amigos. Pinta libremente tu caleidoscopio del modo que te identifique.

El matemático griego Pitágoras, definió *harmonía* como la proporción de las partes de un todo, uniendo por primera vez las matemáticas y la música. "Si el Cosmos es armonía, también lo es el alma. Lo que se aprende por los ojos (matemáticas) y por los oídos (música), constituyen los dos caminos para la curación del alma". ¿Qué te parece?



Para ver imágenes bellas...

Colaboración de: Daniel González Profesor de Educación Tecnológica

FRACTALES

EXPLORA

¿Qué vamos a hacer?

Vamos a realizar dos actividades para simular formas fractales. Un fractal es una figura que presenta autosimilaridad a diversas escalas de resolución. Esto quiere decir que las partes son similares al total. Si observas un árbol te darás cuenta que del tronco salen ramas, de las que salen más ramas, y estas últimas tienen una forma muy parecida al árbol completo.

Para realizar este experimento necesitas de la ayuda y supervisión de tu profesor u otro adulto.

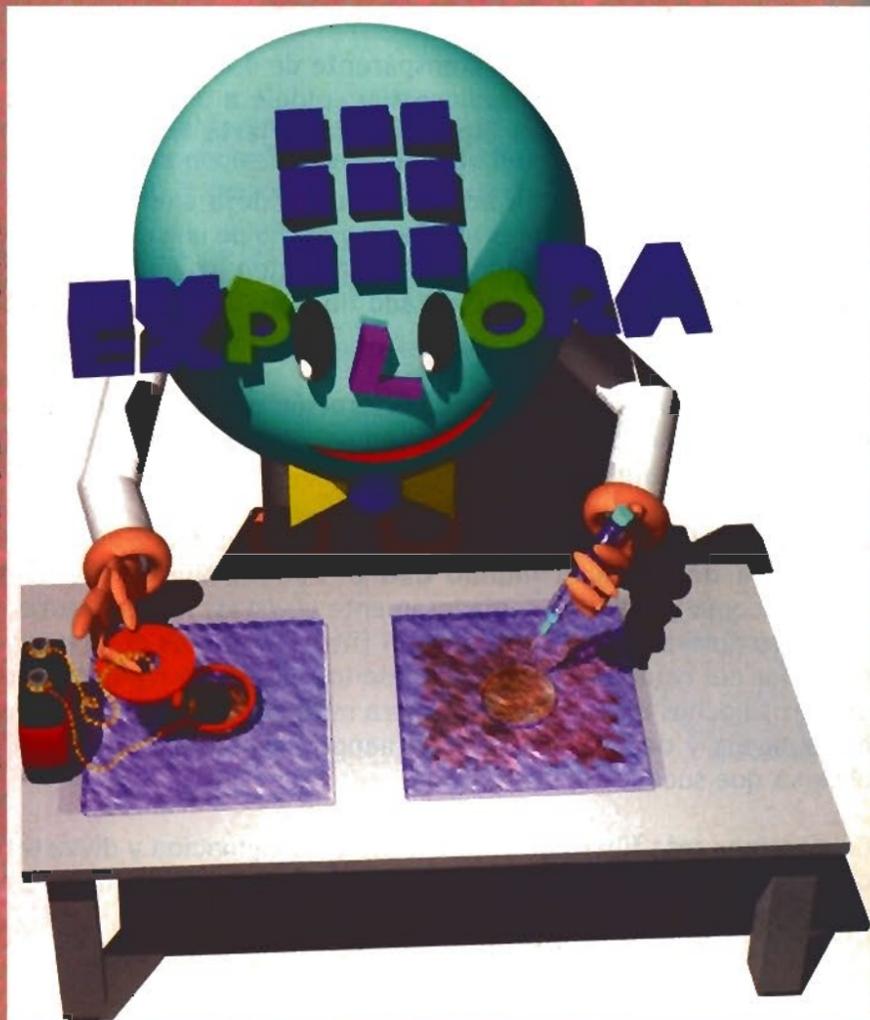
Edad sugerida: 9-13 años.

¿Qué necesitamos?

- Dos placas de acrílico transparente de 30 x 30 cm, de 3 mm de espesor
- Un taladro con broca, diámetro = 2mm
- Una lámpara
- Papel mantequilla
- Cinta adhesiva transparente
- Papel absorbente
- Cuatro pinzas de laboratorio
- Una jeringa con aguja
- Tintas de dos colores
- Líquidos densos (ketchup, leche de magnesia, jarabe para la tos, shampoo)
- Alambre de cobre, diámetro = 1 mm
- Sulfato de zinc ($ZnSO_4$)
- Agua
- Baterías de 1,5 a 9 volts
- Un alicate

¿Cómo lo vamos a hacer?

1. Primero, arma la estructura básica de estas experiencias. Perfora con el taladro en el medio de una de las dos placas (también puedes hacerlo en vidrio, y pedirlo perforado).
2. Debes mantener las dos placas lo más cerca posible sin tocarse. Con unos rollitos de cinta adhesiva entre ellas será suficiente. Coloca la placa perforada encima de la otra y afírmalas con las pinzas.
3. Coloca la lámpara debajo de las placas, iluminando hacia arriba. Coloca el papel mantequilla entre las placas y la lámpara, para que no te encandiles. Has creado una "mesa de luz", que te permitirá apreciar mejor las experiencias siguientes.



Colaboración de: Diether Gothe, Arquitecto, y Patricio Aguilera, Fotógrafo.

12

EXPERIMENTA

Actividad 1

En esta actividad vamos a observar cómo se desplaza un líquido poco denso (tinta) en otro más denso.

1. Separa las placas y agrega un poco de cualquier líquido denso a la placa sin perforar, y aplástala con la otra. Ten preparado el papel absorbente, ya que algo del líquido saldrá por la perforación.
2. Pon las placas en la "mesa de luz" y agrega por la perforación, con la ayuda de la jeringa, tinta de un color que contraste con el líquido denso. ¿Qué observas?
3. Prueba con otros líquidos densos.

Actividad 2

En esta actividad vamos a observar la aparición de un agregado fractal por electrodeposición electroquímica. Las placas de vidrio deben estar completamente limpias.

1. Con el alambre de cobre hay que formar dos electrodos, uno de forma circular de unos 15 cm de diámetro que irá entre las placas, concéntrico a la perforación, y otro recto que se introducirá por la perforación (los dos electrodos irán a conectados a una batería, así que debes dejar suficiente alambre para ello).
2. Agrega por la perforación una solución de sulfato de zinc, con la ayuda de la jeringa, hasta que cubra la región entre la perforación y el electrodo circular. Prueba con diversas concentraciones en la solución, de 1 a 8 gr de la sal por 100 ml de agua. Procura cubrir el borde de la placas con cinta adhesiva para evitar derramamientos de la solución.
3. Conecta el electrodo central (cátodo) al polo negativo de la batería, y el electrodo circular (ánodo) al polo positivo de la batería. El agregado fractal se demorará algunos minutos en aparecer.
4. Prueba con distintas concentraciones de la solución, con distintos voltajes de batería, con distintas soluciones (sales de cadmio, de cobre y/o de plata), y prueba también usando un electrodo cuadrado en vez de uno circular.

¿Sabías que

los libros infantiles "Aventuras de Alicia en el País de las Maravillas" y "A través del Espejo", fueron escritos por el matemático inglés, Lewis Carroll (1832-1898), cuyo verdadero nombre era Charles Lutwidge Dodgson?



13



CALEIDOSCOPIO

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Lo que sucede es que las superficies de la mica se comportan como espejos, y puestas en ángulo multiplican simétricamente la imagen de los objetos colocados entre ellas.

¿Qué aprendimos?

A confeccionar un Caleidoscopio, que es un instrumento compuesto de tres espejos dispuestos en un ángulo que multiplican la imagen de los objetos colocados entre ellos.

Que la palabra Caleidoscopio significa *ver una imagen bella*.

Y, por último, que como frente a cualquier obra de arte, las imágenes que vimos despertaron nuestra imaginación y nos llevaron a recordar o soñar a través de la óptica del Caleidoscopio.

PAPEL SALADO

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

El inicio del conocimiento acerca de la preparación y propiedades del nitrato o cloruro de plata se remonta a la Edad Media, época de búsqueda incesante de nuevos materiales por los alquimistas que buscaban la «piedra filosofal». Sólo en la primera mitad del siglo XVIII el científico y humanista Johan Heinrich Shulze, al intentar producir fósforo, mezcló yeso con ácido nítrico, que contenía plata, y tal como se relata el descubrimiento fortuito de la penicilina, dejó este preparado sobre una ventana, observando que la zona que recibía la luz se tornaba violácea, permaneciendo el resto inalterado.

Shulze publicó cómo su interés por producir material portador de luz le condujo a encontrar material portador de oscuridad. Estaba frente a la formación de una imagen fotográfica que, por carencia del conocimiento necesario, no logró ser fijada, terminando el material expuesto por oscurecerse totalmente.

Al incorporarse al papel salado una solución de nitrato de plata se obtiene una emulsión fotosensible. La reacción química que se produce es la siguiente:



Cloruro de Sodio + Nitrato de Plata → Cloruro de Plata + Nitrato de Sodio

Para la remoción del exceso del cloruro de plata que no reaccionó con la luz, se emplea el fijador tiosulfato de sodio que se une a la plata formando una especie soluble más estable que el precipitado de cloruro de plata.

GOMAS BICROMATADAS

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Estamos ante los dos elementos esenciales de la fotografía: la luz y el soporte fotosensible. La energía puede alterar un material dejando en él su huella mediante una transformación química. Son numerosas las sustancias que ofrece la Naturaleza que pueden presentar cambios visibles producidos por acción de la luz. Es el caso del pigmento melanina que cubre nuestra piel y que con luz de cierta energía reacciona oscureciéndose. Otro tanto ocurre con la clorofila que hace que las hojas de las plantas tengan coloración verde.

En el siglo pasado se descubrió que el dicromato de amonio o de potasio tenían la propiedad de endurecer gomas naturales o sintéticas, en presencia de la luz. En la técnica que hemos descrito se emplea esta propiedad: el pigmento quedará retenido en la goma arábiga que fue iluminada y se endureció; en cambio, se arrastrará con agua el pigmento de las zonas donde no llegó la luz.

Esta técnica alternativa es ideal para la realización de fotogramas, esto es, un montaje de imágenes u objetos que se apoyan directamente sobre el soporte emulsionado que puede ser papel, tela, madera u otro. Con un sencillo tratamiento previo puede variarse la superficie del soporte para producir la adsorción adecuada y retención del material fotosensible.

Como puede apreciarse, algunos de estos procesos no son de realización sofisticada, en especial si se desea obtener fotogramas por contacto que no requieran de un negativo previo de grandes dimensiones.

FRACTALES

La geometría tradicional, llamada euclidiana, estudia las propiedades de elementos tales como puntos, líneas, planos y volúmenes. Las formas encontradas en la Naturaleza (montañas, franjas costeras, sistemas hidrográficos, nubes, hojas, copos de nieve) no se pueden describir fácilmente con la geometría tradicional. La geometría fractal provee una descripción y una forma de modelo matemático para las aparentemente complicadas formas de la Naturaleza.

El matemático Benoit Mandelbrot, nacido en 1924, fue quien acuñó la palabra fractal (del latín *frangere*: romper, crear fragmentos irregulares). Los fractales son formas o comportamientos que poseen propiedades similares en todos sus niveles de magnificación, o a través del tiempo. Tal como «esfera» es un concepto que une a gotas de agua, pelotas de fútbol y planetas, del mismo modo el concepto «fractal» reúne a nubes, bordes costeros y plantas.

A menudo, las formas fractales son autosimilares, esto es, poseen la propiedad de que cada pequeña porción del fractal puede ser vista como una réplica a escala reducida del todo.

Actividad 1: ¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Si hubiéramos trabajado en condiciones ideales, la mancha de tinta se desplazaría en forma uniforme. Pero las numerosas perturbaciones que no controlamos en este experimento quedan en evidencia al trabajar en espesores microscópicos, resultando una figura irregular, y que además presenta formas similares a los fractales. Este fenómeno fue estudiado científicamente por primera vez, por los físicos ingleses G. I. Taylor y P. G. Saffman.

Actividad 2: ¿Cómo explicamos lo que sucedió?

La diferencia de potencial aplicado entre los electrodos hace que los iones de zinc migren hacia el electrodo central y se depositen sobre él. Nuevamente, una serie de factores no controlados genera una forma irregular, similar a las formas fractales.

¿Qué aprendimos?

Que existe una geometría distinta a la clásica, que es irregular y presenta autosimilaridad. Que esta geometría es útil cuando queremos representar una costa o un bosque. Y que a estas figuras le llamamos fractales.

Que la autosimilaridad es una propiedad de ciertas figuras en que las partes son similares al total. Por ejemplo: los árboles, los sistemas circulatorios y nerviosos, las costas, los cerros, las nubes.

ESCULTURA MÓVIL

¿Cómo explicamos la experiencia con Calder?

Si observas bien, las piezas cambian de posición a medida que se mueven, por lo tanto también varía la forma del móvil. Esto se debe a que está formado por varias partes que se apoyan entre sí en puntos especiales, que Calder definió como centros de gravedad. Éstos hacen que tanto las partes como el móvil completo estén en constante equilibrio y se muevan con la más ligera brisa.

Generalmente, en los móviles de Calder cada pieza tiene un peso propio diferente, es por eso que en sus obras se habla de equivalencias. Cuando un conjunto de fuerzas opuestas al interior de una estructura se anulan entre sí, hablamos de un equilibrio, fuerzas compensadas mutuamente, llegando a un estado de reposo.

En el móvil además existen el color y la forma, aspectos que Calder consideró en sus obras. Se trata del equilibrio plástico, que es el mismo que observamos en pinturas y esculturas «inmóviles» y donde percibimos el mayor o menor peso de formas y colores a través de la vista. Existen colores que a nuestros ojos hacen parecer a unos objetos más pesados y otros más livianos. Los primeros son generalmente oscuros, y los segundos, claros. En el caso de Calder también es importante el grado de brillo de un color. Por ejemplo, un rojo brillante puede llamar más la atención que un amarillo oscuro. Si se usa el primer color sólo en un lado de la obra, ésta se verá desequilibrada, ya que nos fijaremos principalmente en las formas rojas brillantes.

¿Cómo explicamos lo que sucedió?...