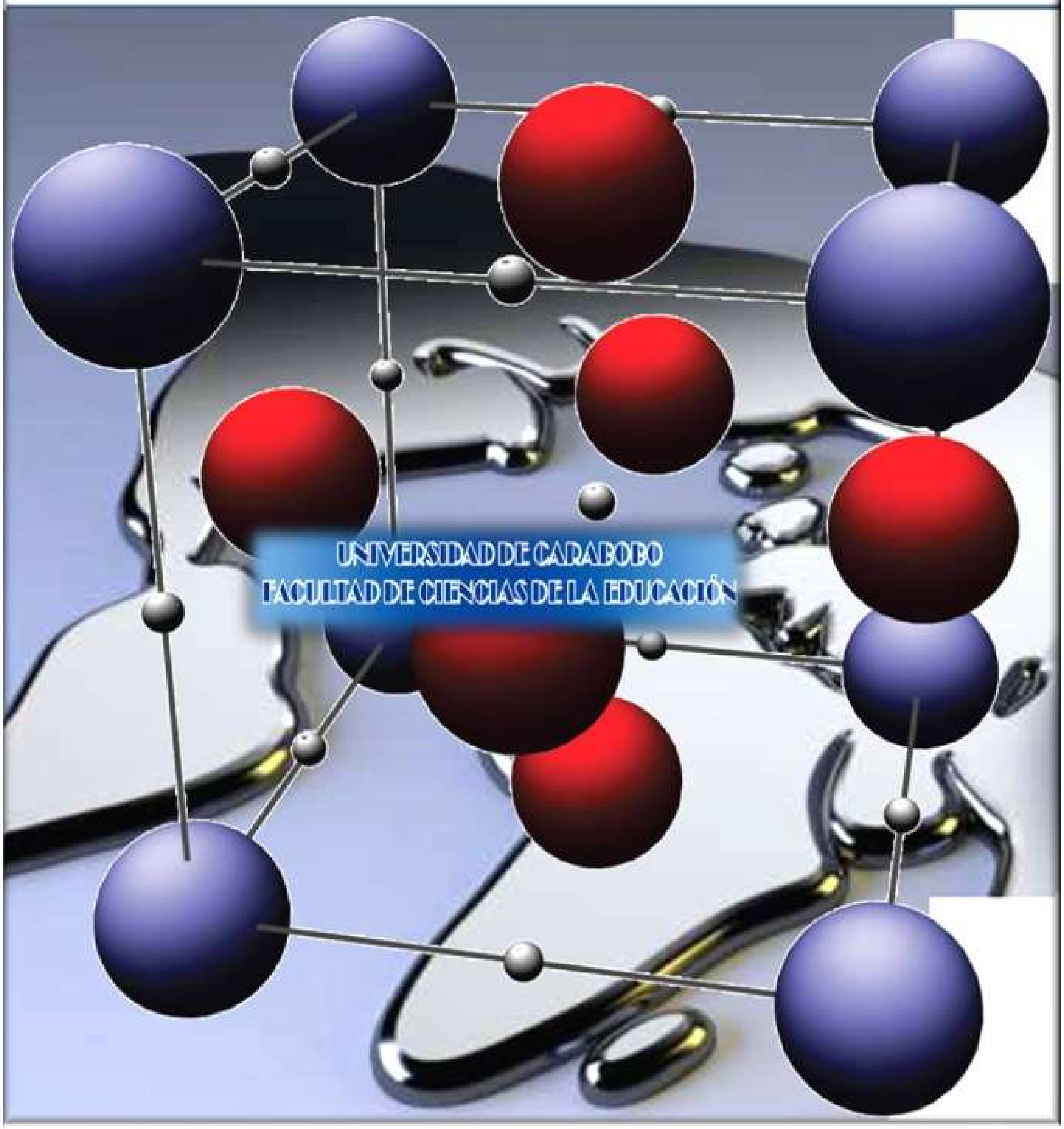
HOMOTECIA

CÁTEDRA DE CÁLCULO - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA y FÍSICA – FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN – UNIVERSIDAD DE CARABOBO

 Depósito Legal: PPi2012024055 – I. S. S. N.: 2244-7385

E- mail: homotecia2002@gmail.com - N° 8 – AÑO 14 - Valencia, Lunes 1° de Agosto de 2016



HOMOTECIA
CÁTEDRA DE CÁLCULO

Índice

Editorial... 1-2

Grandes Matemáticos: **MARY TAYLOR SLOW**.................................... 3

Aportes al conocimiento. Elementos Básicos del Cálculo Diferencial. (13). Gráficas de funciones reales de variable real. Ejercicios resueltos. Ejercicios propuestos.
Por: **Prof. Rafael Ascanio Hernández -Prof. Próspero González Méndez**............ 4-21

HISTORIA DE LA FÍSICA (Parte VI). Electricidad, calor y revolución química en el siglo XVIII.
Por: **Rolando Delgado y Francisco A. Ruiz**.. 22-32

Físicos Notables: **WILHELM WIEN**... 33

Químicos Destacados: **MARIE CURIE**.. 34

Escritos del Postgrado. ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA: *"Educación Infantil: Matemáticas y Juegos"*. Por: **FANNY M. ARÉVALO P.** 35-38

Escritos del Postgrado. ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA: *"La resolución de problemas en matemática (una visión constructivista)"*. Por: **MAIRA MENDOZA**. 39-40

El hombre que descubrió el cáncer dijo "algo" que nunca oirás decir a un doctor… 41

Galería: **SIJUE WU**.. 42-43

Diseño de Portada y Montaje Gráfico: R. A. A. H.

La mayoría de las imágenes que aparecen en esta publicación, son obtenidas de Google y de Facebook, vía Internet.

Revista HOMOTECIA
© Rafael Ascanio H. – 2009
Hecho el Depósito de Ley.
Depósito Legal:
PPi2012024055
I. S. S. N.: 2244-7385

e-mail:
homotecia2002@gmail.com

Publicación Mensual
Revista de acceso libre

Publicada por:
CÁTEDRA DE CÁLCULO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

Nº 8 - AÑO 14 - Valencia, Lunes 1º de Agosto de 2016

EDITORIAL

El proceso educativo en la actualidad es más complejo que en años anteriores, esto obedece a las transformaciones que se han sucedido en la sociedad lo que ha añadido a esta, nuevas características a las ya tradicionales. Por ende, nuevas exigencias obligan hasta cambios en las leyes. Así, la gerencia educativa ingresa en el camino de una permanente revisión en procura de una constante evolución. Algo que no ocurría años atrás es la actual preocupación de muchas instituciones educativas de cualquier nivel, más en las privadas que en las públicas, de prepararse para ser competentes en la atención de personas con necesidades especiales. Se les hace urgente diseñar estrategias didácticas para la atención de los diferentes casos de personas con necesidades especiales presentes en el plantel, pues la diversidad de casos hace complejo dicho proceso. Por ejemplo, en una editorial anterior señalamos que en instituciones como estas, nos podemos encontrar con estudiantes que presenten *dislexia* (dificultad con la lectura, frecuentemente acompañada con la *disgrafía* o dificultad con la escritura, y por la *disortografía* o dificultad con la ortografía), y la *discalculia* (considerada también como característica de la dislexia pero particularmente como una discapacidad para aprender matemáticas, que puede originarse en un problema de la visión o en un trastorno para orientarse dentro de una secuencia, que afecta a personas que tienen una inteligencia corriente o hasta más elevada que la media, pero que se enfrentan a serias dificultades para realizar un cálculo o completar un ejercicio aritmético. Quien sufre de *discalculia* confunde números y signos, no logra desarrollar cálculos mentales y tiene problemas para trabajar con abstracciones).

Pero un alumno con una necesidad especial no necesariamente es una persona con dificultades para aprender o presenta una minusvalía física. También puede ser un superdotado, alguien por encima de la media al cual el sistema estándar de enseñanza en vez de favorecerlo, lo perjudica, lo atrasa, pero de igual manera tiene derecho a una educación de calidad y la institución está obligada a proporcionársela. El principio filosófico que rige la política escolar enfocada así es la inclusión. Es por ello que no es simplemente preparar estrategias de enseñanzas sino también de evaluación. De nada sirve que se le atiendan en clase según su condición especial si se le ha de evaluar como al común de sus compañeros. Entonces deben prepararse estrategias de evaluación que se correspondan con sus necesidades especiales y con las estrategias de enseñanza con las cuales han sido instruidos. Pero para el caso de los alumnos con dificultades para aprender o presentan una minusvalía física, esto no debe entenderse como una evaluación más fácil sino que deben ser evaluados con el mismo rigor con el cual se evalúa al resto de sus compañeros, dando prevalencia al principio de inclusión ya citado; es necesario que sientan el respeto a su condición humana. Es de esperarse que también en las instituciones de educación universitaria se trabaje en esta misma dirección.

Pero hay evidencias que esto no ocurre. Para exponer un caso, un día en la clase de un curso que dictaba en la universidad, tuve como alumno un estudiante que era brillante en el contenido matemático de la materia y también lo era con los contenidos de las otras asignaturas del área las cuales cursaba. Es más lo fue con todas las asignaturas correspondientes a la Licenciatura en Educación – Mención Matemática, tanto así que se graduó con mención honorífica Magna Cum Laude, el segundo más alto honor que se le otorga a un egresado universitario. En un momento durante sus estudios, le manifesté que me sentía muy contento que siendo él tan bueno en matemática no se haya sentido motivado a estudiar una carrera de ingeniería o en FACYT (Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo); así, como consecuencia de su decisión, posiblemente contaríamos en un futuro con un excelente profesor. A mi comentario, él me respondió contándome la siguiente historia:

- *Profesor, yo me inicié en la Universidad de Carabobo estudiando en Ingeniería, quería ser Ingeniero Mecánico pero sucedieron cosas que me llevaron a desistir. Estudiar matemática en Educación fue una decisión que tomé varios años después aconsejado por mi papá.*
- *¡Caramba! Pero así serían de graves las cosas que te llevaron a tomar esa decisión cuando aparentemente tú no tendrías problemas con las matemáticas.*
- *Bueno, en realidad no tuvieron nada que ver con los contenidos de las materias. Le cuento. El primer hecho me sucedió cuando cursaba una asignatura del segundo semestre: Dibujo. En una clase, el trabajo era realizar en una hoja de papel, el ejemplo que el profesor había trazado en el pizarrón, que se ubicaba como a unos seis o siete metros de donde yo estaba sentado. Lo hice y estaba seguro que era idéntico al hecho por el profesor. Cuando me lo devolvió, estaba tachado y calificado con cero uno, pero no intenté verificar el por qué de aquel resultado. Semanas después, realizamos el primer parcial y el profesor incluyó como pregunta el mismo dibujo. Al terminar la prueba la entregué, el profesor la vio y movió la cabeza con gesto de desaprobación y me dijo: '¿Qué le pasa a usted? Esta es la pregunta más fácil del examen, todos hasta ahora la han respondido bien excepto usted. Es la segunda vez que lo hace incorrecto'. Le aseguro profesor, pasaron varios días para luego de observar cuidadosamente mi dibujo y compararlo con el de otros compañeros, en darme cuenta que el mío era diferente en muchos detalles al de ellos y en consecuencia, con el hecho por el profesor.*
- *¿Y a qué se debía el hacerlo mal?*
- *Para ese momento no tenía idea. No me había pasado antes algo igual. Lo que de sí estoy seguro es que yo dibujaba lo que creía ver* – continuando con la historia, agregó – *Después me pasó otro hecho en la clase de química. Hacíamos un experimento sobre el PH de una solución. Terminamos y al primero en interrogar la profesora fue a mí. El objetivo del experimento era determinar el PH de acuerdo al color que adquiría la solución.*
- *¿Cuál es el color de su solución Bachiller? – me preguntó.*
- *Verdosa profesora – le respondí.*
- *¿Cóóómo? Bachiller – dirigiéndose a otro estudiante - ¿Cuál es el color de esta solución?*
- *Anaranjada – contestó mi compañero.*
- *Luego, poniéndome la mano en el hombro, la profesora me dijo: Bachiller, debe revisarse esos ojos. Sus lentes quizás ya están vencidos.*

(CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA)

(VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR)

- *En la primera oportunidad que tuve, fui a la óptica donde había comprado los lentes. Le conté al optometrista lo que me había pasado. El chequeó la graduación de los lentes y dijo: 'Corresponden a las indicaciones del médico'. Después me colocó en un aparato donde se veían dos puntos de luz. Me preguntó: ¿De qué color ves esas luces? Contesté roja y verde. Volvió a preguntarme: '¿Cuál la roja y cuál la verde?'. Roja a la izquierda, verde a la derecha, le respondí. '¿Qué dijiste?'. Roja a la izquierda, verde a la derecha, le repetí. Después de esto el hombre se me quedó viendo con cara de duda pero no me dijo más nada y me despidió amablemente.*
- *Despreocupándome un poco de todo esto, días después fui junto a un primo a sacar el certificado médico para obtener la licencia de conducir. El médico que me atendió me tomó la tensión, luego me hizo leer unos carteles para la prueba de lectura y después abrió un librito cuya primera página mostraba un círculo relleno con bolitas de colores, las cuales formaban entre ellas el número doce lo cual le señalé al médico. Él me preguntó: '¿Estás seguro que ese número es el que ves?'. Le respondí que sí y el procedió a mostrarme el resto de las páginas, en las cuales observé círculos rellenos con bolitas de colores pero en los cuales no veía ningún número, lo que le informé.*
- *¡Caramba! Tú eres el caso más grave de daltonismo que he visto en mi profesión y eso que ya tengo treinta años de servicio – me aclaró.*
- *Ya con esto comprendía en parte por qué posiblemente me habían pasado las cosas que le he contado. Gracias a una constancia que me dio el médico oftalmólogo con el que me atendía, en el cual afirmaba que mi problema no era impedimento para manejar, a los pocos días me dieron el certificado. En el mismo se podía leer que mi padecimiento se llama deuteranomalía y cada vez que hago la renovación, incluyen esta palabra.*
- *Esta situación me llevó a tomar la decisión de dejar la carrera de ingeniería, muchos compañeros se extrañaron ya que según ellos yo era bueno para ella. Pero pensé que el daltonismo, o deuteranomalía en mi caso, me podría causar problemas sobre todo después de graduado.*

Toda esta historia nos detalla cómo un joven aparentemente normal, presentaba una dificultad física que constituye en el medio educativo una necesidad especial. En la época donde ocurre la historia, nuestra universidad no estaba preparada ni para detectar ni para atender casos como estos. Posiblemente siga así. Lo bueno es que tuvo una salida, su necesidad especial no le impidió estudiar para ser docente de matemática. Y aunque muchos no tengan conciencia de la frecuencia de este padecimiento, muchos universitarios, entre docentes y estudiantes, lo presentan. Por ello, buscando colaborar con ellos queremos incluir aquí una información sobre daltonismo.

Las personas daltónicas no pueden percibir la diferencia entre ciertas combinaciones de colores. Los colores con los que tienen dificultades para distinguirlos entre ellos depende de su tipo de daltonismo, pero la deficiencia rojo-verde es la más común. La categoría más amplia y común de daltonismo es la llamada ceguera rojo-verde, pero esto no significa que estas personas no pueden ver los rojos o verdes. Ellos simplemente tienen más dificultades para diferenciar entre ellos. No todos los rojos y los verdes son indistinguibles. Sería muy fácil para alguien con una deficiencia rojo-verde distinguir entre un color verde claro y rojo oscuro, por ejemplo. Depende mucho, al menos en parte, la oscuridad de los colores. Si el rojo es aproximadamente tan oscuro como el verde, hay una mayor probabilidad de que los colores se confundan. Además, existe alguna evidencia de que las personas con daltonismo rojo-verde vean rojos y verdes como amarillos, naranjas y beises. Esto significa que los amarillos, naranjas y beises se puedan confundir con verdes y rojos. Los colores menos afectados son los azules.

Protanopia y Protanomalía (deficiencia de color rojo). Los receptores de color en los ojos llamados conos, de las personas con protanopia no son sensibles a longitudes de onda largas (las del color rojo). Los rojos parecen más beises y parecen ser un poco más oscuros de lo que realmente son. Los verdes tienden a parecerse a los rojos. Protanomalía es más suave que protanopia, pero el resultado final es similar. Aunque muchas personas con protanomalía pueden distinguir algunos rojos y verdes, no lo puede hacer tan fácil como una persona con visión normal, y, como con protanopia, los rojos tienden también a ser más oscuros.

Deuteranopia y Deuteranomalía (deficiencia de color verde) son las formas más comunes de daltonismo. Las personas con estas condiciones tienen conos que son sensibles a longitudes de onda media (verde), pero el resultado final es similar a la protanopia, con la excepción de que los rojos no se ven tan oscuro. Deuteranomalía es menos grave de las dos condiciones. Aunque los individuos con deuteranomalía probablemente no pueden percibir los rojos y verdes de la misma manera que lo puede ver la gente sin estos problemas, a menudo pueden distinguir entre las tonalidades de rojos y verdes con relativa precisión.

Tritanopia (deficiencia de color azul) es mucho menos común que las otras categorías mencionadas anteriormente. Es la insensibilidad a las longitudes de onda cortas (los azules). En general, los azules y verdes se pueden confundir, pero los amarillos también se ven afectados en cuanto a que puede parecer que desaparecen o aparecen como ligeros tonos de rojo.

Bastón monocromático o acromática (sin color). Este grupo constituye una minoría muy pequeña pero *extrema* del daltonismo. Los conos de los ojos no son funcionales, por lo que los bastones (receptores que sólo pueden diferenciar entre claro y oscuro) son la única fuente de información visual. Las personas con acromatía no pueden ver ningún color. El suyo es un mundo de color negro, blanco y tonos de gris. A menudo tienen mala agudeza visual y tiene una aversión a la luz brillante. Este es el único grupo para el que el "daltonismo" es una etiqueta que se ajusta, ya que todos los demás grupos tienen la capacidad de ver un poco de color.

Reflexiones

"La mente que se abre a una nueva idea jamás volverá a su tamaño original".

ALBERT EINSTEIN

Los Grandes Matemáticos

MARY TAYLOR SLOW
(1898 – 1984)

Nació el 15 de julio de 1898 en Sheffield; y murió el 26 de mayo de 1984 en Malvern; ambas localidades en Inglaterra.

Los padres de Mary Taylor fueron ambos maestros de escuela. Ella asistió a la escuela primaria de Saint Pomona en Sheffield antes de continuar su educación en la Sheffield High School. En esta High School obtuvo la Beca Clothworker que le permitió estudiar en el Girton College de Cambridge.

Taylor obtuvo en Cambridge en 1919 un BA (Bachelor of Arts. Es el primer grado universitario que se obtiene dentro del sistema educativo inglés, equivalente, por ejemplo, a las licenciaturas de pregrado en el caso de Venezuela), obteniendo este título con el honor de Primera de Clase. Ella continuó los estudios Tripos de Ciencias Naturales, que son como exámenes finales en el sistema de estudio inglés, a los que les antecede un curso en una determinada asignatura, la cual es escogida por los estudiantes de acuerdo a sus intereses educativos; y los que culminó en 1920 después de haber tomado cursos de matemáticas y ciencias naturales. Ella continuó estudiando en Cambridge y le fue otorgada una beca para seguir estudios de investigación. En 1922 fue nombrada Profesora Adjunta de Matemáticas en el Girton College, cargo que ocupó durante dos años. Así como se interesó por enseñar matemáticas, Taylor también lo hizo por la teoría de las ondas de radio e inició una investigación sobre el tema bajo la tutoría de Edward Appleton, quien en este tiempo trabajaba en el Laboratorio Cavendish de Cambridge.

En 1924, Appleton dejó Cambridge para convertirse en Profesor Wheatstone de Física en el King College de la Universidad de Londres. Taylor dejó Cambridge y fue a Göttingen en Alemania, donde continuó estudios sobre las ondas electromagnéticas. Ella obtuvo su doctorado por la Universidad de Göttingen en 1926 y se le otorgó una beca, la Yarrow Research Fellowship, que le permitió permanecer en Göttingen para emprender una investigación con Courant. Taylor volvió a Inglaterra en 1929 y fue designada como Oficial Científica en la Estación de Investigación de Radio en Slough, situada en Berkshire.

Esta emisora de investigación de radio formó parte del gobierno del Departamento Científico y de Investigación Industrial y del laboratorio Nacional de Física. Allí llevó a cabo investigaciones sobre los temas en los cuales era especialista, la teoría del magneto iónico de propagación de ondas de radio y sobre ecuaciones diferenciales, particularmente en cuanto a sus aplicaciones a la física.

En 1934 Taylor se casó con Clive Slow y como consecuencia tuvo que dejar su puesto en la Estación de Investigación de Radio, ya que esta disposición era contemplada en las reglas de Servicio Civil que estaban vigentes en ese momento. Mary y Clive Slow tuvieron dos hijas. Trabajó para la *Wireless Engineer* como abstractor (o extractor que se refiere a un empleado que prepara y certifica la historia condensada de la propiedad de una determinada parcela de bienes raíces, que consiste en un resumen de la concesión original y todos los subsiguientes medios de transporte y los gravámenes que afectan a la propiedad, y como traductora. Se mudó con su esposo a Malvern cuando fue nombrada para un puesto en Investigación de Defensa Aérea y Establecimiento de Desarrollo. Mary Slow luego enseñó matemática en escuelas locales, en particular la Worcester Grammar School para chicas y la Lawnside de Malvern. Ella fue miembro de la Sociedad Matemática de Londres y de la Sociedad Filosófica de Cambridge. Publicó una serie de ponencias en las actas de la Sociedad de Física.

REFERENCIAS.-

Artículos:

1.C M C Haines and H M Stevens, Mary Taylor, in International Women in Science (ABC-CLIO, Santa Barbara, Califirnia, 2001), 308.
2.B Jeffreys, Dr Mary Taylor (Mrs Slow), *Girton College Newsletter* (1984), 31-32.

Imagen obtenida de:

Google

Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "Mary Taylor" (Agosto 2005).
Fuente: MacTutor History of Mathematics. [http://www-history.mcs.st-Andrews.ac.uk/Biographies/Taylor_Mary.html]

Aportes al conocimiento

Elementos Básicos del Cálculo Diferencial (13)

Por: Prof. Rafael Ascanio Hernández - Prof. Próspero González Méndez

ÍNDICE.-

Gráficas de funciones reales de variable real.
- Función Afín.
- Función Valor Absoluto.
- Función Polinómica.
  - Un caso particular de las funciones Polinómicas: La Función Cuadrática.
- Función Radical.
- Funciones definidas por tramos o a intervalos.
  - Un caso particular de las funciones definidas por tramos o a intervalos: Función Parte Entera.
- Funciones Racionales.

GRÁFICAS DE FUNCIONES REALES DE VARIABLE REAL.-

Se representan en un sistema de coordenadas cartesianas (Eje *x*: abscisas, Eje *y*: ordenadas).

Función Afín.-

Función cuya gráfica es una línea recta que no pasa por el origen de coordenadas. Se expresa mediante la ecuación: $y = m \cdot x + b$.

Para hacer la gráfica: Solo se necesitan dos puntos en el plano. En la práctica, se determinan los **puntos de corte** con los ejes coordenados; es decir los puntos P_1 y P_2 para cuando *x*=0 y para cuando *y*=0, respectivamente: $P_1(x,0) \wedge P_2(0,y)$.

Observación: Se llama **función lineal** o de *proporcionalidad directa* a las funciones de ecuación $y = m \cdot x$ donde *m* representa una constante de proporcionalidad. Si *m* es entera positiva la gráfica es creciente; si es negativa entonces es decreciente. Si la ecuación es de la forma $y = b\ (b:\ constante)$, se le llama **función constante** y su gráfica es una línea recta horizontal (paralela al eje X), trazada por el punto (0, *b*). Las funciones de ecuación $x = a\ (a:\ constante)$, trazada por el punto (*a*, 0) se representan con líneas rectas verticales (paralelas al eje Y).

Ejercicios resueltos.-

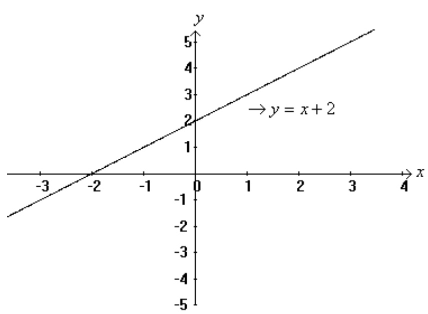
Haz las gráficas de las siguientes funciones:

$a)\ y = x+2 \qquad b)\ y = 3x \qquad c)\ y = -2 \qquad d)\ x = 1$

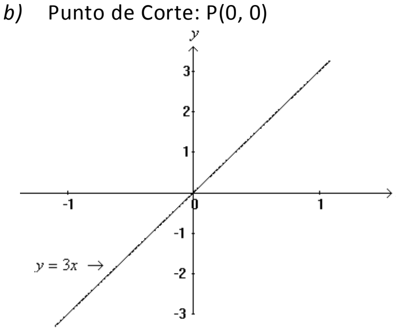
Solución:

a) Puntos de Corte:

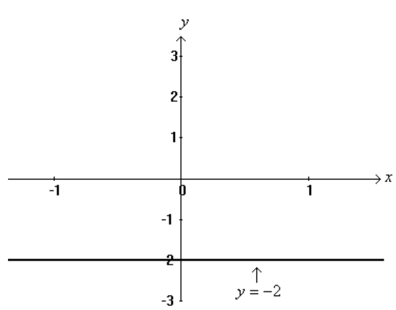
x	*y*
0	2
-2	0



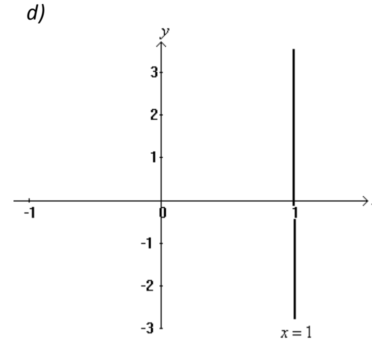
b) Punto de Corte: P(0, 0)



c)



d)



¿Cuáles son el dominio y el rango de una función afín expresada por $y = m \cdot x + b$? Como toda función afín es una función polinómica, entonces su dominio es el conjunto de los números reales: $Dom_f = R$. Si se despeja a *x* también resulta otra función polinómica, por lo que el rango también será el conjunto de los números reales: $Rgo_f = R$

¿Cómo sería la gráfica de una función afín si su dominio es un intervalo? Sería un segmento de recta en el plano cartesiano.

¿El rango sería también un intervalo?: Evidentemente sí.

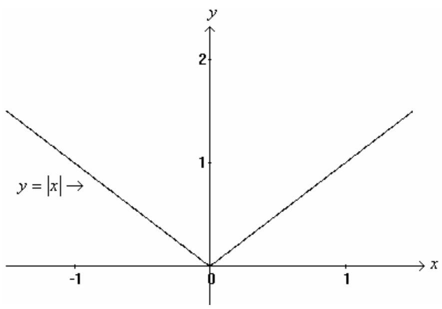
Función Valor Absoluto.-

La función valor absoluto $y = |P(x)|$ se considera una **función no lineal** porque su gráfica no es una línea recta continua. Es más, por la definición de valor absoluto, para construir la gráfica de esta función hay que partir de las gráficas de dos funciones lineales o ramas, que se obtienen cuando se toman valores positivos de *x* para construir una, y valores negativos para construir la otra.

Ejercicios resueltos.-

1.- Hacer la gráfica de la función $y = |x|$. Indicar su dominio y su rango.

Solución:



Punto de convergencia en el origen de coordenadas. La función nunca es negativa.

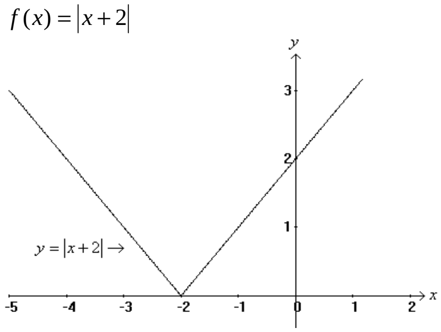
$Dom_f = R$
$Rgo_f = [0, +\infty)$

2.- Construir las gráficas de las siguientes funciones, indicar para cada ejemplo su dominio y su rango. Comparar las gráficas con la del ejercicio 1:

$a)\ f(x) = |x+2|$
$b)\ y = |x| - 3$
$c)\ g(x) = 1 - |x|$
$d)\ y = -|x-1|$

Solución:

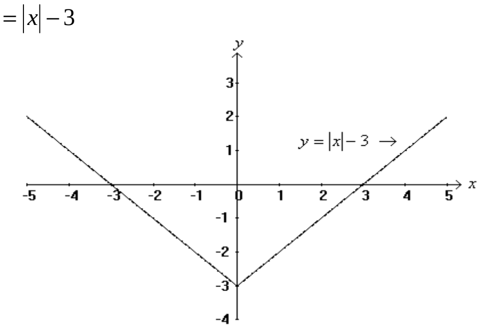
$a)\ f(x) = |x+2|$



$Dom_f = R$
$Rgo_f = [0, +\infty)$

Punto de convergencia está desplazado dos unidades a la izquierda del origen de coordenadas. La función siempre es positiva.

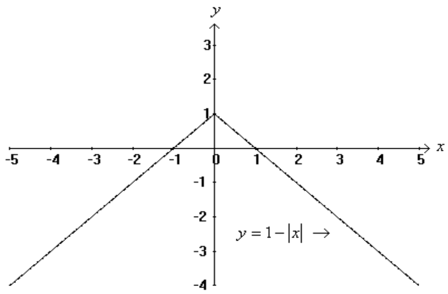
$b)\ y = |x| - 3$



$Dom_f = R$
$Rgo_f = [-3, +\infty)$

Punto de convergencia está desplazado tres unidades por debajo del origen de coordenadas, a lo largo del Eje *y*. La función es positiva cuando $x \in [(-\infty, -3) \cup (-3, +\infty)]$, y negativa cuando $x \in (-3, 3)$. Es igual a cero para $x = \{-3, 3\}$.

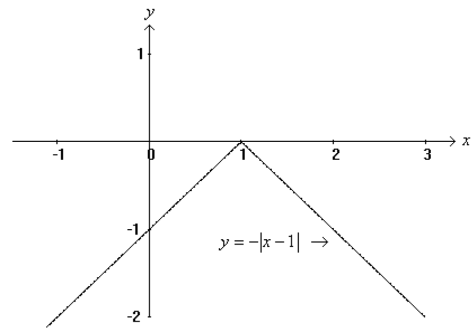
$c)\ g(x) = 1 - |x|$



$Dom_g = R$
$Rgo_g = (-\infty, 1]$

Punto de convergencia esta desplazado una unidad por encima del origen de coordenadas, a lo largo del Eje Y. La función es positiva cuando $x \in (-1, 1)$, y negativa cuando $x \in [(-\infty, -1) \cup (-1, +\infty)]$. Es igual a cero cuando $x = \{-1, 1\}$.

$d)\ y = -|x - 1|$



$Dom_f = R$
$Rgo_f = (-\infty, 0]$

Punto de convergencia está desplazado una unidad a la derecha del origen de coordenadas. La función siempre es negativa.

Función Polinómica.-

Para obtener puntos que permitan hacer las graficas de polinomios, es muy útil el uso de la ***Factorización anidada***. Permite obtener rápidamente los puntos ya sea con una calculadora, manual o mentalmente.

Ejercicios resueltos.-

1.- Hacer la gráfica $P(x) = x^3 + 3x^2 - x - 3$ **en el intervalo** $-4 \leq x \leq 2$**.**

<u>Solución</u>:

Se escribe primero a *P(x)* utilizando la Factorización anidada:

$$\begin{aligned} P(x) &= x^3 + 3x^2 - x - 3 \\ &= (x+3) \cdot x^2 - x - 3 \\ &= [(x+3) \cdot x - 1] \cdot x - 3 \end{aligned}$$

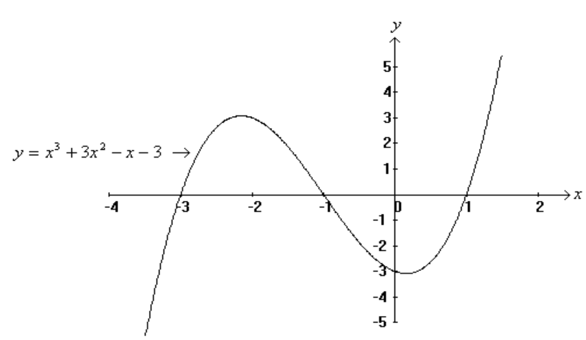
Se obtienen algunos puntos utilizando valores para *x* entre -4 y 2. Se pueden usar valores enteros pero si se quiere mayor claridad en la gráfica se pueden utilizar decimales, siendo muy útil para esto las calculadoras. Los puntos se calculan de la siguiente manera:

Para $x = -4 \quad \Rightarrow \quad P(-4) = [((-4)+3) \cdot (-4) - 1] \cdot (-4) - 3 = -15$ y se hace con todos los valores desde el -4 hasta el 2 (izquierda a derecha para facilitar los cálculos).

Una tabla de valores puede ser la siguiente:

x	P(*x*)
-4	-15
-3	0
-2	3
-1	0
0	-3
1	0
2	15

Gráfica de P(*x*):



2.- Hacer la gráfica de $f(x)=2x^2-8x+5$ **en el intervalo** $0\leq x\leq 4$.

Solución:

Factoricemos a *f(x)*:

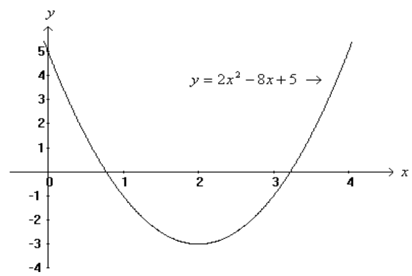
$f(x)=2x^2-8x+5=2\cdot(x^2-4x)+5=2\cdot(x^2-4x+4)-8+5=2\cdot(x-2)^2-3\rightarrow$ Completando cuadrados.

Se obtienen algunos puntos utilizando valores para *x* entre 0 y 4.

La tabla de valores que se obtiene es la siguiente:

x	f(x)
0	5
1	-1
2	-3
3	-1
4	5

Gráfica de *f(x)*:



También se pudo haber utilizado la siguiente factorización: $f(x)=2x^2-8x+5=2x\cdot(x-4)+5$.

3.- Hacer la gráfica de la función polinómica $g(x)=x^3+2x^2-5$ **en el intervalo** $-3\leq x\leq 3$.

Solución:

Factoricemos a *g(x)*:

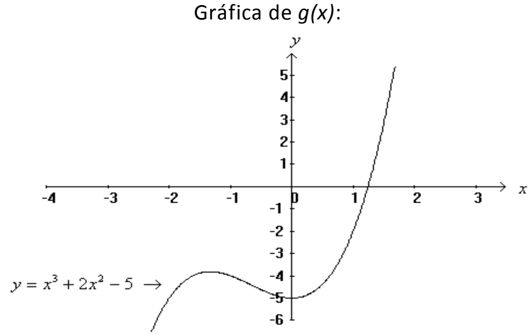
$g(x)=x^3+2x^2-5=(x+2)\cdot x^2-5=[(x+2)\cdot x]\cdot x-5$.

Se obtienen algunos puntos utilizando valores para *x* entre -3 y 3.

La tabla de valores que se obtiene es la siguiente:

x	g(x)
-3	-14
-2	-5
-1	-4
0	-5
1	-2
2	11
3	40

Gráfica de *g(x)*:



4.- Construir la gráfica de $p(x)=2x^3-4x+3$ **en el intervalo** $-3\leq x\leq 3$.

Solución:

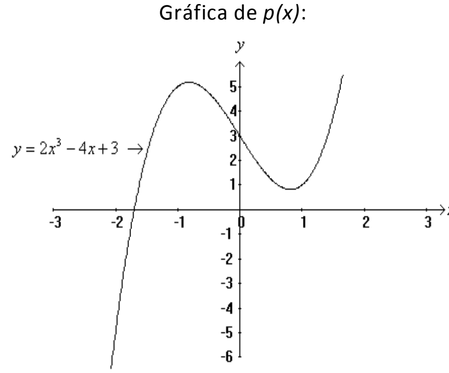
Factorizando a *p(x)*: $p(x)=2x^3-4x+3=2x\cdot(x^2-2)+3$.

Se obtienen algunos puntos utilizando valores para *x* entre -3 y 3.

La tabla de valores que se obtiene es la siguiente:

x	p(x)
-3	-39
-2	-5
-1	5
0	3
1	1
2	11
3	57

Gráfica de *p(x)*:



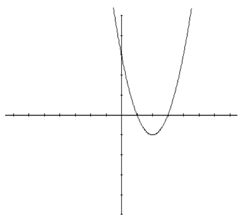
Un caso particular de las funciones Polinómicas: La Función Cuadrática.

Una función cuadrática se expresa mediante la forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, siendo a, b, c números reales y $a \neq 0$.

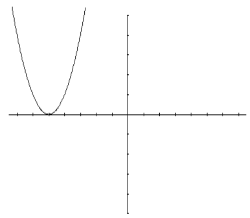
La representación gráfica de una función cuadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$ es una **parábola**, para la cual se presentan los siguientes casos:

- Si a (Coeficiente de x^2) es positiva ($a > 0$) la parábola es **cóncava** ("abre hacia arriba") y el vértice es **un punto mínimo**.
- Si a es negativa ($a < 0$) la parábola es **convexa** ("abre hacia abajo") y el vértice es **un punto máximo**.

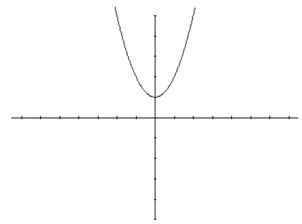
Cuando se considera que $f(x) = ax^2 + bx + c = 0$, se tiene a la ecuación de segundo grado asociada a la función cuadrática. El discriminante de la ecuación de segundo grado $\Delta = b^2 - 4ac$ permite determinar cuántos puntos de corte tiene la parábola con respecto al eje *x* o de las **abscisas**:



Si $\Delta = b^2 - 4ac > 0$ existen dos puntos de corte.



Si $\Delta = b^2 - 4ac = 0$ existe un punto de corte.



Si $\Delta = b^2 - 4ac < 0$ no existe corte en *x*.

Los puntos de corte con el eje *x* se obtienen resolviendo a la ecuación $f(x) = ax^2 + bx + c = 0$, obteniéndose, de acuerdo el discriminante, $P_1(x_1, 0) \wedge P_2(x_2, 0)$. Los valores x_1 y x_2 se obtienen factorizando la ecuación o utilizando la ecuación resolvente: $x = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$. El punto de corte con el eje *y* se obtiene haciendo *x* =0: $P_3(0, y)$.

Se llama **Eje de Simetría** ("eje de la parábola") a una recta vertical que pasa por el vértice de la parábola, que es paralelo o coincide con el eje *y*, cuya ecuación es $x = -\dfrac{b}{2a}$.

El vértice de la parábola se puede obtener por: $V\left(-\dfrac{b}{2a}, \dfrac{4ac-b^2}{4a}\right)$, o también por el conocido procedimiento de completación de cuadrados.

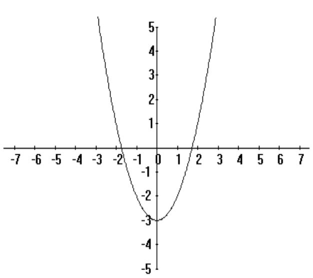
Ejercicios resueltos.-

Hacer las gráficas de las siguientes funciones cuadráticas indicando eje de simetría, punto de corte con eje *y*, vértice, puntos de corte con eje *x*. También indica sus dominios y rangos.

$a)\ y = x^2 - 3 \qquad b)\ y = 2x^2 - x - 1 \qquad c)\ y = -x^2 \qquad d)\ y = \left|x^2 - 1\right|$

<u>Solución</u>:

$a)\ y = x^2 - 3$



Eje de Simetría: $x = -\dfrac{b}{2a} = -\dfrac{0}{2} = 0 \Rightarrow x = 0$

Punto de corte con el eje *y*: $x = 0 \rightarrow y = -3 \Rightarrow P_3(0, -3)$

Vértice: $V\left(-\dfrac{b}{2a}, \dfrac{4ac-b^2}{4a}\right) = (0, -3) \Rightarrow V(0, -3)$

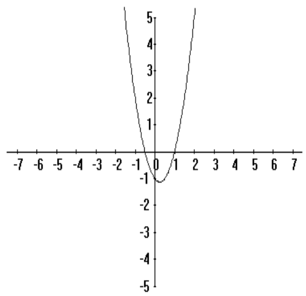
Puntos de corte con el eje *x:*

$y = 0 \rightarrow x^2 - 3 = 0 \rightarrow x_1 = \sqrt{3} \wedge x_2 = -\sqrt{3} \Rightarrow P_1(\sqrt{3}, 0) \wedge P_2(-\sqrt{3}, 0)$

$Dom_f = R$

$Rgo_f = [-3, +\infty)$

$b)\ y = 2x^2 - x - 1$



Eje de Simetría: $x = -\frac{b}{2a} = -\frac{-1}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{4}$

Punto de corte con el eje *y*: $x = 0 \rightarrow y = -1:\ P_3(0,-1)$

Vértice: $V\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) = \left(\frac{1}{4}, \frac{7}{8}\right)$

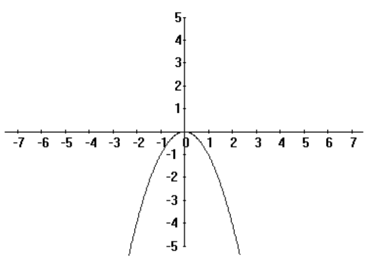
Puntos de corte con el eje *x*:

$y = 0 \rightarrow 2x^2 - x - 1 = 0 \rightarrow x_1 = 2 \wedge x_2 = -1 \Rightarrow P_1(2,0) \wedge P_2(-1,0)$

$Dom_f = R$

$Rgo_f = \left[\frac{7}{8}, +\infty\right)$

$c)\ y = -x^2$



Eje de Simetría: $x = -\frac{b}{2a} = -\frac{0}{2\cdot(-1)} = 0 \Rightarrow x = 0$

Punto de corte con el eje *y*: $x = 0 \rightarrow y = 0:\ P_3(0,0)$

Vértice: $V\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) = (0,0)$

Puntos de corte con el eje *x*:

$x_1 = x_2 = 0 \Rightarrow P_1 = P_2 = P(0,0)$

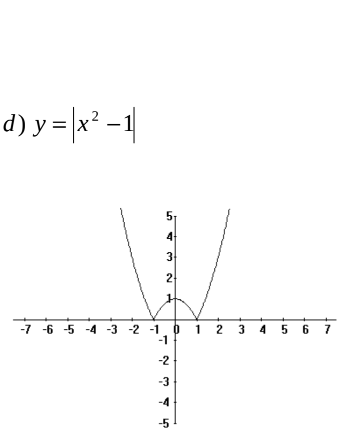
$Dom_f = R$

$Rgo_f = (-\infty, 0]$

Eje de Simetría: $x = -\frac{b}{2a} = 0 \Rightarrow x = 0$

$d)\ y = \left|x^2 - 1\right|$

Punto de corte con el eje *y*: $x = 0 \rightarrow y = 1:\ P_3(0,1)$



Vértice: $V\left(-\frac{b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) = (1,1)$

Puntos de corte con el eje *x*:

$x_1 = 1 \quad \wedge \quad x_2 = -1 \Rightarrow P_1(1,0) \quad \wedge \quad P_2(-1,0)$

$Dom_f = R$

$Rgo_f = [0, +\infty)$

Función Radical.-

Es una función en que la variable forma parte del radicando. Cuando el índice es par, su gráfica corresponde a semi parábolas horizontales que abren a la izquierda o a la derecha.

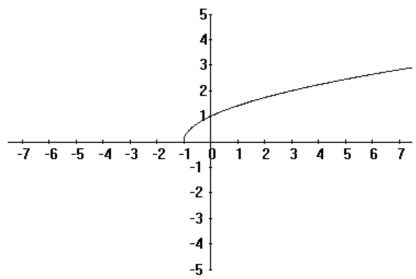
Ejercicios resueltos.-

Indique el dominio, construya la gráfica y después indique el rango de las siguientes funciones:

$a)\ f(x)=\sqrt{x+1}$ $\quad b)\ y=-\sqrt{x-2}$ $\quad c)\ f(x)=\sqrt{4-x}$ $\quad d)\ h(x)=\dfrac{\sqrt[4]{x-1}}{2}$

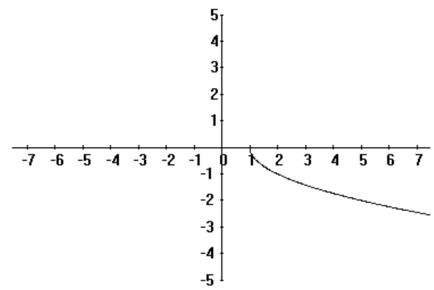
Solución:

$a)\ f(x)=\sqrt{x+1} \quad \Rightarrow \quad Dom_f=[-1,+\infty)$



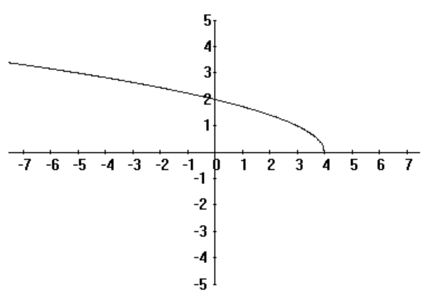
$Rgo_f=[0,+\infty)$

$b)\ y=-\sqrt{x-1} \quad \Rightarrow \quad Dom_f=[1,+\infty)$



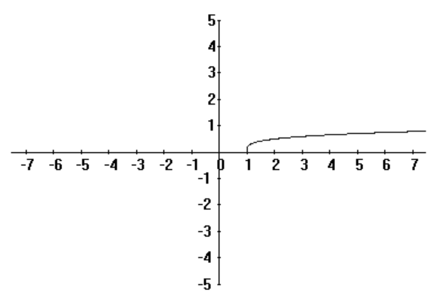
$Rgo_f=(-\infty,0]$

$c)\ f(x)=\sqrt{4-x} \quad \Rightarrow \quad Dom_f=(-\infty,4]$



$Rgo_f=[0,+\infty)$

$d)\ h(x)=\dfrac{\sqrt[4]{x-1}}{2} \quad \Rightarrow \quad Dom_h=[1,+\infty)$



$Rgo_h=[0,+\infty)$

Funciones definidas por tramos o a intervalos:

Son aquellas en las cuales la obtención de las imágenes de la variable depende de la expresión algebraica que se utiliza para un determinado intervalo del eje *x* correspondiente a su dominio. La expresión analítica no es única, sino que depende del valor de la variable independiente. Para determinar su dominio es preciso unir los diferentes subconjuntos para los cuales está definida.

Ejemplo:

Sea la función definida así:

$$f(x)=\begin{cases} x^2 \; si \; x\leq 0 \\ x+1 \; si \;\; 0<x<5 \\ -3 \; si \; x\geq 5 \end{cases}$$

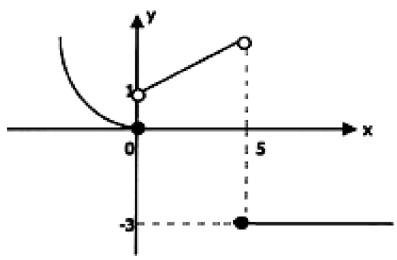
La función posee tres tramos y entre los tres cubren completamente el conjunto de los números reales:

$$Dom_f = R$$

Su rango lo conforman los reales no negativos más el -3:

$$Rgo_f = [0,+\infty)\cup\{-3\}$$

Gráfica:



La gráfica corresponde con una semiparábola entre $-\infty$ y 0, luego con una recta entre 0 y 5; y con una recta horizontal entre 5 y $+\infty$.

Ejercicios resueltos.-

En los ejercicios a resolver a continuación, no se van a indicar los procedimientos para realizar las gráficas de las curvas involucradas, puesto que los mismos se han mostrado anteriormente en este artículo.

Hacer las gráficas de las siguientes funciones y enunciar sus características:

1) $f(x)=\begin{cases} x^2+2 & si & x\leq 0 \\ 1 & si & 0<x<2 \\ x-2 & si & x\geq 2 \end{cases}$

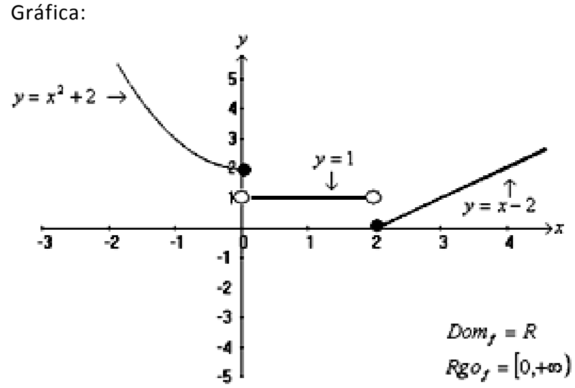
Solución:

En $(-\infty,0]$: Semi parábola $y=x^2+2$

En $(0,2)$: Recta horizontal $y=1$

En $[2,+\infty)$: Recta $y=x-2$

Gráfica:



2) $f(x)=\begin{cases} 2x+1 & si \quad x<0 \\ x^2-1 & si \quad 0\le x\le 2 \\ 3 & si \quad x>2 \end{cases}$

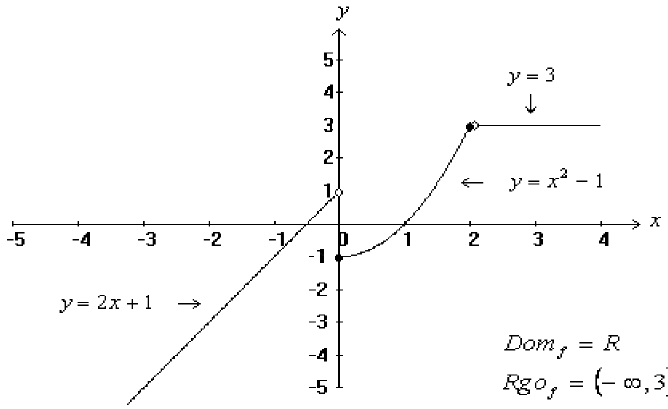
Solución:

En $(-\infty,0)$: Recta $y=2x+1$

En $[0,2]$: Semiparábola $y=x^2-1$

En $(2,+\infty)$: Recta horizontal $y=3$

Gráfica:



Una caso particular de funciones definidas por tramos o a intervalos: Función Parte Entera.-

La función **parte entera** o **máximo entero** se denota como $f(x)=[x]$. Indica el máximo entero menor o igual que *x*:

$$f(x)=n \quad \text{para} \quad n\le x<n+1.$$

Ejemplo.-

Hacer la gráfica de la función $f(x)=[x]$ **en el intervalo** $[-3,3]$.

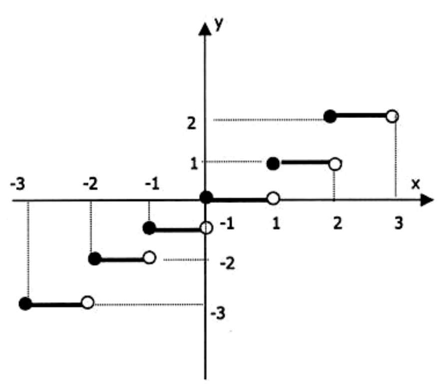
Sugerencias:

Para realizar la gráfica se debe considerar que:

$f(x)=[-3]\, cuando -3\le x<-2$
$f(x)=[-2]\, cuando -2\le x<-1$
$f(x)=[-1]\, cuando -1\le x<0$
$f(x)=[0]\, cuando\ 0\le x<1$
$f(x)=[1]\, cuando\ 1\le x<2$
$f(x)=[2]\, cuando\ 2\le x<3$

Al elaborar la gráfica, se observa que está constituida por un conjunto de segmentos de recta. En cada uno de los segmentos de recta está incluido el punto extremo de la izquierda pero se excluye el de la derecha. Es decir, es discontinua para cada valor entero pero continua en todo intervalo que no contenga un entero.

Gráfica de la función parte entera:



¿Cuál es el dominio de la función parte entera?: Es el conjunto de los números reales, $Dom_f=R$.

¿Cuál es su rango?: Es el conjunto de los números enteros, $Rgo_f=Z$.

Funciones Racionales.-

Conocemos ya que las funciones racionales son de la forma $f(x)=\dfrac{P(x)}{Q(x)}$ con $Q(x)\neq 0$.

Para hacer la gráfica de una función racional se procede de la siguiente manera:

1º) - Se determinan las simetrías de la función con respecto al eje vertical y al origen de coordenadas.

- Se verifica si la función es par o impar:
  - Si $f(-x)=f(x)$ la función es par y es simétrica con respecto al eje vertical o eje *y*.
  - Si $f(-x)=-f(x)$ la función es impar y es simétrica con respecto al origen de coordenadas.
  - Si no se cumple ninguna de estas dos condiciones, la función no presenta ningún tipo de simetría.

2º) Encontrar y localizar en el plano las intersecciones con los ejes coordenados: Se determinan los puntos de corte con los ejes cuando $x=0$ y cuando $y=0$.

3º) Se determinan los puntos que ocasionan discontinuidad en la función: Los valores de x que hacen a $Q(x)=0$.

4º) Se determinan las asíntotas. Las asíntotas son rectas fijas, verticales, horizontales u oblicuas, a las cuales se aproxima la gráfica de una función racional a medida que la curva que la representa, se aleja del origen de coordenadas; es decir, no llegan a tocarlas. Se trazan en la gráfica utilizando líneas segmentadas.

Asíntotas Verticales: Dada una función racional $f(x)=\dfrac{P(x)}{Q(x)}$, y se tiene que cuando $x=a$, $P(a)\neq 0 \wedge Q(x)=0$, entonces la recta $x=a$ es una asíntota vertical.

Asíntotas Horizontales:

Sea la función racional $f(x)=\dfrac{P(x)}{Q(x)}=\dfrac{a_m x^m+\cdots+a_1x+a_0}{b_n x^n+\cdots+b_1x+b_0}$ *con* $a_m\neq 0,\ b_n\neq 0$.

a) Si *m*< *n*, el eje x $(y=0)$ es una asíntota horizontal.

b) Si *m* = *n*, la recta $y=\dfrac{a_m}{b_n}$ es una asíntota horizontal.

c) Si *m* > *n*, no hay asíntotas horizontales.

5º) Se determinan qué parte de la gráfica está por encima y por debajo del eje *x*: Se hace un estudio de signos para determinar en cuáles intervalos $f(x)>0 \quad\wedge\quad f(x)<0$. Si $f(x)>0$ está por encima del eje *x*; si $f(x)<0$ está por debajo.

6º) Los intervalos utilizados para hacer el estudio de los signos de *f(x)*, también se utilizan para determinar si en ellos la función es creciente o decreciente, siguiendo estas condiciones:

Si una función está definida en un intervalo I, entonces:

Es creciente si:

$\forall x\in I \Rightarrow x_2>x_1 \quad\wedge\quad f(x_2)>f(x_1)$

Es decreciente si:

$\forall x\in I \Rightarrow x_2>x_1 \quad\wedge\quad f(x_2)<f(x_1)$

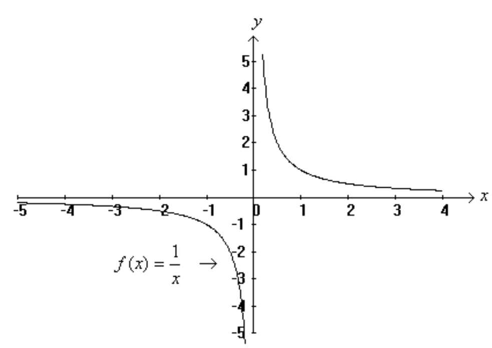
Ejemplo.-

Hacer la gráfica de la función $f(x)=\frac{1}{x}$.

Solución:

La función es discontinua para *x*=0. Es positiva cuando *x* tiende a 0 por la derecha $(x\to 0^+)$ y es negativa cuando tiende a cero por la izquierda $(x\to 0^-)$. Cuando $x\to 0^+$ la función se hace infinitamente grande $(\frac{1}{x}\to+\infty)$ y cuando $x\to 0^-$ la función se hace infinitamente pequeña $(\frac{1}{x}\to-\infty)$. Los ejes $x\wedge y$ son asíntotas de la función. Es función impar por lo que es simétrica con respecto al origen.

Gráfica:



Ejercicios resueltos.-

Hacer las gráficas de las siguientes funciones racionales:

1) $f(x)=\dfrac{x}{x+2}$.

Solución:

Estudio de la simetría:

$f(-x)=f(x)\Rightarrow \dfrac{-x}{-x+2}\neq\dfrac{x}{x+2}$: No es Función Par. No es simétrica con respecto al eje *y*.

$f(-x)=-f(x)\Rightarrow \dfrac{-x}{-x+2}\neq-\dfrac{x}{x+2}$: No es función Impar. No es simétrica con respecto al origen de coordenadas.

Puntos de Corte con los ejes coordenados:

$x=0\rightarrow y=\dfrac{0}{0+2}=2:\quad P(0,0)\quad\Rightarrow$ Punto de Corte con el eje *y*.

$y=0:\ 0=\dfrac{x}{x+2}\rightarrow x=0\rightarrow P(0,0)$

El punto origen de coordenadas es el único punto de corte de la gráfica con el eje *x*.

Puntos de discontinuidad: $Q(x)=x+2\neq0\Rightarrow x\neq-2$

Asíntotas:

Vertical $\rightarrow$ $P(-2)\neq0\ \wedge\ Q(-2)=0:\ x=-2$ es una asíntota vertical.

Horizontal: El grado de *P(x)* es igual que el de *Q(x)*, entonces *y*=1 es una asíntota horizontal.

Gráfica por encima o por debajo del eje *x*: Consideremos $\dfrac{x}{x+2}>0$

Factores: $x\quad\wedge\quad x+2$

Valores o Puntos Críticos:

$x\neq0$

$x+2\neq0\Rightarrow x\neq-2$

Intervalos: $(-\infty,-2),(-2,0),(0,+\infty)$

Estudio de los signos:

	$(-\infty,-2)$	$(-2,0)$	$(0,+\infty)$
x	-	-	+
$x+2$	-	+	+
	+	-	+

Por encima del eje de las x: $(-\infty,-2)\cup(0,+\infty)$

Por debajo del eje de las x: $(-2,0)$

Crecimiento y decrecimiento:

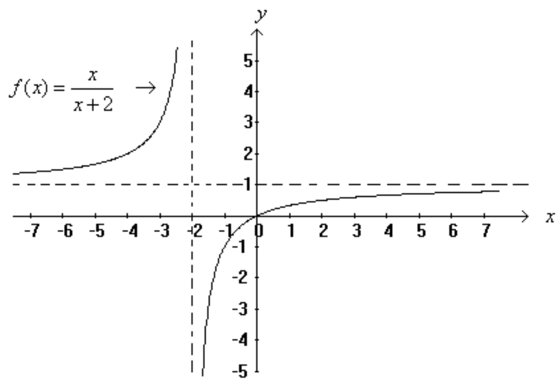
La función siempre es creciente para cualquier valor de la variable:

$\forall x\in(-\infty,-2)\Rightarrow x_2>x_1\quad\wedge\quad f(x_2)>f(x_1)$

$\forall x\in(-2,0)\Rightarrow x_2>x_1\quad\wedge\quad f(x_2)>f(x_1)$

$\forall x\in(0,+\infty)\Rightarrow f(x)\rightarrow\infty$

Hagamos la gráfica de *f(x)*:



2) $f(x)=\dfrac{2x}{x-3}$.

<u>Solución</u>:

Estudio de la simetría:

$f(-x)=f(x)\Rightarrow f(-x)=\dfrac{-2x}{-x-3}=\dfrac{-2x}{-(x+3)}=\dfrac{2x}{x+3}\neq f(x)=\dfrac{2x}{x-3}$: No es Función Par. No es simétrica con respecto al eje *y*.

$f(-x)=-f(x)\Rightarrow \dfrac{2x}{x+3}\neq-\dfrac{2x}{x-3}$: No es función Impar. No es simétrica con respecto al origen de coordenadas.

Puntos de Corte con los ejes coordenados:

$x=0\rightarrow y=\dfrac{2\cdot 0}{0-3}=0:\quad P(0,0)\quad\Rightarrow$ Punto de Corte con el eje *y*.

$y=0:\ \ 0=\dfrac{x}{x-3}\ \rightarrow x=0\rightarrow P(0,0)$

El punto origen de coordenadas es el único punto de corte de la gráfica con el eje *x*.

Puntos de discontinuidad: $Q(x)=x-3\neq 0\Rightarrow x\neq 3$

Asíntotas:

Vertical $\rightarrow\ P(3)\neq 0\ \wedge\ Q(3)=0:\ x=3$ es una asíntota vertical.

Horizontal: El grado de *P(x)* es igual que el de *Q(x)*, entonces $y=\frac{2}{1}=2$ es una asíntota horizontal.

Gráfica por encima o por debajo del eje *x*: Consideremos $\dfrac{2x}{x-3}>0$

Factores: $2x\ \ \wedge\ \ x-3$

Valores o Puntos Críticos:

$2x\neq 0\Rightarrow x\neq 0$

$x-3\neq 0\Rightarrow x\neq 3$

Intervalos: $(-\infty,0),\ (0,3),\ (3,+\infty)$

Estudio de los signos:

	$(-\infty,0)$	$(0,3)$	$(3,+\infty)$
$2x$	-	+	+
$x-3$	-	-	+
	+	-	+

Por encima del eje de las x : $(-\infty,0)\cup(3,+\infty)$

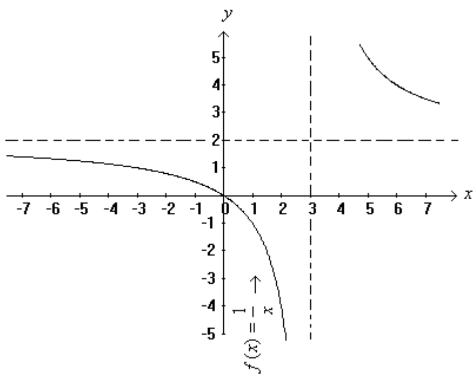
Por debajo del eje de las x : $(0,3)$

Crecimiento y decrecimiento:

La función es siempre decreciente para cualquier valor de la variable:

$$\forall x \in (-\infty, 0) \Rightarrow x_2 > x_1 \quad \wedge \quad f(x_2) < f(x_1)$$
$$\forall x \in (0, 3) \Rightarrow (x) \to -\infty$$
$$\forall x \in (3, +\infty) \Rightarrow x_2 > x_1 \quad \wedge \quad f(x_2) < f(x_1)$$

Hagamos la gráfica de *f(x)*:



3) $f(x) = \dfrac{x-1}{x^2-1}$.

<u>Solución</u>:

Factoricemos el denominador:

$$f(x) = \frac{x-1}{x^2-1} = \frac{x-1}{(x+1)(x-1)} = \frac{1}{x+1} \quad \to \quad x \neq -1$$

En el desarrollo del ejercicio, podemos utilizar ambas expresiones de acuerdo al punto en estudio (caso: discontinuidad de la función).

Estudio de la simetría:

$f(-x) = f(x) \Rightarrow \dfrac{1}{-x+1} \neq \dfrac{1}{x+1}$: No es Función Par. No es simétrica con respecto al eje *y*.

$f(-x) = -f(x) \Rightarrow \dfrac{1}{-x+1} \neq -\dfrac{1}{x+1}$: No es función Impar. No es simétrica con respecto al origen de coordenadas.

Puntos de Corte con los ejes coordenados:

$x = 0 \to y = \dfrac{1}{0+1} = 1: \quad P(0,1) \quad \Rightarrow$ Punto de Corte con el eje *y*.

$y = 0:$ Nunca ocurre. No hay punto de corte con el eje *x*.

Puntos de discontinuidad: $Q(x) = x^2 - 1 \neq 0 \Rightarrow x \neq -1 \wedge x \neq 1$

Asíntotas:

Vertical $\to$ $P(-1) \neq 0 \wedge Q(-1) = 0:$ $x = -1$ es una asíntota vertical.

Horizontal: El grado de *P(x)* es menor que el de *Q(x)*, entonces eje *x* es una asíntota horizontal.

Gráfica por encima o por debajo del eje *x*: Consideremos $\dfrac{1}{1+x} > 0$

Factor: $1 + x$

Valores o Puntos Críticos: $1 + x \neq 0 \Rightarrow x \neq -1$

Intervalos: $(-\infty, -1)$, $(-1, +\infty)$

Estudio de los signos:

	$(-\infty,-1)$	$(-1,+\infty)$
$1+x$	-	+

Por encima del eje de las x: $(-1,+\infty)$

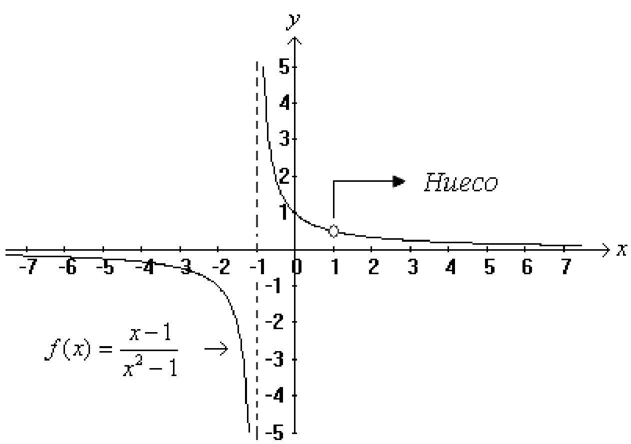
Por debajo del eje de las x: $(-\infty,-1)$

Crecimiento y decrecimiento:

En $(-\infty,-1)$, $f(x)\to-\infty$. Es decreciente.

En $(-1,+\infty)$, $f(x)\to\infty$. Es creciente.

Hagamos la gráfica de *f(x)*:



Como existe un punto de discontinuidad para *x*=1, ubicado gráficamente en la rama a la derecha de la asíntota vertical, el mismo se representa mediante un *hueco* o *salto*.

4) $f(x)=\dfrac{x^2+4}{x^2-4}$.

Solución:

Factoricemos el denominador:

$$f(x)=\frac{x^2+4}{x^2-4}=\frac{x^2+4}{(x+2)(x-2)} \quad\to\quad x\neq\pm2$$

En el desarrollo del ejercicio, podemos utilizar ambas expresiones de acuerdo al punto en estudio (caso: gráfica por encima o por debajo del eje x).

Estudio de la simetría:

$f(-x)=f(x)\Rightarrow f(-x)=\dfrac{(-x)^2+4}{(-x)^2-4}=\dfrac{x^2+4}{x^2-4}=f(x)$: La función es par. Es simétrica con respecto al eje *y*.

$f(-x)=-f(x)\Rightarrow \dfrac{(-x)^2+4}{(-x)^2-4}=\dfrac{x^2+4}{x^2-4}\neq-\dfrac{x^2+4}{x^2-4}$: No es función Impar. No es simétrica con respecto al origen de coordenadas.

Puntos de Corte con los ejes coordenados:

$x = 0 \to y = \dfrac{0^2 + 4}{0^2 - 4} = -1$: $P(0,-1)$ $\Rightarrow$ Punto de Corte con el eje *y*.

$y = 0$: Nunca ocurre: $x^2 + 4 \neq 0$ siempre. No hay punto de corte con el eje *x*.

Puntos de discontinuidad: $Q(x) = x^2 - 4 \neq 0 \Rightarrow x \neq -2 \ \wedge \ x \neq 2$

Asíntotas:

Vertical $\begin{cases} P(-2) \neq 0 \ \wedge \ Q(-2) = 0: \ x = -2 \\ P(2) \neq 0 \ \wedge \ Q(2) = 0: \ x = 2 \end{cases}$ $\rightarrow$ Son asíntotas verticales.

Horizontal: El grado de *P(x)* es igual que el de *Q(x)*, entonces *y*=1 es una asíntota horizontal.

Gráfica por encima o por debajo del eje *x*: Consideremos $\dfrac{x^2 + 4}{(x+2)\,(x-2)} > 0$

Factores: $x^2 + 4 \quad \wedge \quad x + 2 \quad \wedge \quad x - 2$

Valores o Puntos Críticos:

$x^2 + 4 > 0$ siempre. Así que $(x+2)(x-2) > 0$

Entonces:

$x + 2 \neq 0 \Rightarrow x \neq -2$
$x - 2 \neq 0 \Rightarrow x \neq 2$

Intervalos: $(-\infty, -2), (-2, 2), (2, +\infty)$

Estudio de los signos:

	$(-\infty, -2)$	$(-2, 2)$	$(2, +\infty)$
$x^2 + 4$	+	+	+
$x + 2$	-	+	+
$x - 2$	-	-	+
	+	-	+

Por encima del eje de las x: $(-\infty, -2) \cup (2, +\infty)$
Por debajo del eje de las x: $(-2, 2)$

Crecimiento y decrecimiento:

$\forall x \in (-\infty, -2),\ f(x) \to \infty$: La función es creciente.

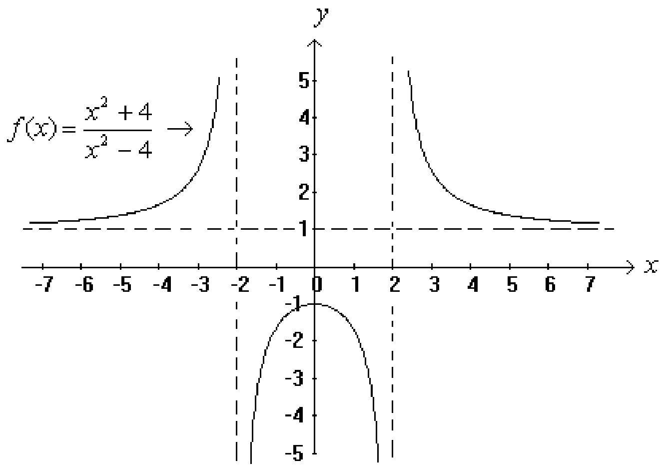
$\forall x \in (-2, 2) \Rightarrow x \in [(-2, 0] \cup [0, 2)]$: Se hace la separación porque la variable en este intervalo toma tanto valores positivos como negativos. De esta manera, tenemos que:

$\forall x \in (-2, 0]: \quad x_2 > x_1 \quad \wedge \quad f(x_2) > f(x_1)$: La función es creciente

$\forall x \in [0, 2): \quad f(x) \to -\infty$: La función es decreciente.

$\forall x \in (2, +\infty): \quad x_2 > x_1 \quad \wedge \quad f(x_2) < f(x_1)$: La función es decreciente.

Hagamos la gráfica de *f(x)*:



Ejercicios propuestos.-

I.- Hacer las gráficas de cada una de las siguientes funciones Afín:

$a)\ y=2x+3$ $f)\ y=6$
$b)\ y=2x$ $g)\ y=-2$
$c)\ y=-2x+1$ $h)\ 2x-3y=6$
$d)\ y=\frac{1}{2}x+3$ $i)\ y=-3-2x$
$e)\ y=\frac{1}{2}x$ $j)\ y=-x+1$

II.- Hacer las gráficas de cada una de las siguientes funciones, indicar para cada ejemplo su dominio y su rango:

$a)\ y=|x|$ $f)\ f(x)=|x+1|$
$b)\ f(x)=|x|-2$ $g)\ y=-|3x-4|$
$c)\ f(x)=-|x|+1$ $h)\ y=|x+4|$
$d)\ y=|x-1|+2$ $i)\ y=2-|x|$
$e)\ y=-|x-2|$ $j)\ f(x)=2\cdot|x|$

III.- Hacer la gráfica de cada uno de los siguientes polinomios. Utilice la Factorización Anidada:

$a)\ f(x)=x^2-3x-5 \quad para \quad 0\le x\le 4$
$b)\ P(x)=x^3-2x^2-5x+6 \quad para \quad -3\le x\le 4$
$c)\ Q(x)=x^3-3x^2-x+3 \quad para \quad -2\le x\le 4$
$d)\ g(x)=x^3+2x^2-5 \quad para \quad -3\le x\le 3$
$e)\ p(x)=2x^3-4x-3 \quad para \quad -3\le x\le 3$

IV.- Haga las gráficas de de cada una de las siguientes funciones indicando eje de simetría, punto de corte con eje *y*, vértice, puntos de corte con eje *x*. También indique sus dominios y rangos.

$a)\ f(x) = x^2 - 4x + 3$ $\quad f)\ y = x^2$

$b)\ y = 2x^2 - x + 3$ $\quad g)\ y = x^2 - 2$

$c)\ f(x) = x^2 - 2x + 1$ $\quad h)\ g(x) = 25 - x^2$

$d)\ y = 3x^2 - 7x - 3$ $\quad i)\ y = -x^2 + 2x + 3$

$e)\ y = x^2 + x + 1$ $\quad j)\ h(x) = \left|x^2 - 2\right|$

V.- ¿Cómo son las gráficas de cada una de las siguientes funciones comparadas con la de $y = x^2$ **?**

$a)\ y = -x^2 \qquad b)\ y = x^2 - 3 \qquad c)\ y = (x+3)^2$

VI.-Determine el dominio, construya la gráfica y después determine el rango de cada una de las siguientes funciones:

$a)\ f(x) = \sqrt{x} \qquad b)\ y = -\sqrt{x-3} \qquad c)\ g(x) = \sqrt{2-x} \qquad d)\ h(x) = \frac{\sqrt[6]{x-4}}{3} \qquad e)\ f(x) = \sqrt{x+3}$

VII.- Haga la gráfica de cada una de las siguientes funciones y determine su dominio y su rango:

$$a)\quad f(x) = \begin{cases} 4 - x^2, & si\ x \le 1 \\ 2 + x^2, & si\ x > 1 \\ 20, & si\ x = 1 \end{cases}$$

$$b)\quad f(x) = \begin{cases} 1 + x & si\quad x \le -2 \\ 2 - x & si\quad -2 < x \le 2 \\ 2x - 1 & si\quad x > 2 \end{cases}$$

$$c)\quad h(x) = \begin{cases} |\ x - 3\ | & si\quad x \ne 3 \\ 2 & si\quad x = 3 \end{cases}$$

$$d)\quad g(x) = \begin{cases} 5 - x & si\quad -1 \le x \le 2 \\ x^2 - 1 & si\quad 2 < x \le 3 \end{cases}$$

$$e)\quad f(x) = \begin{cases} x^2 - 1 & si\quad -1 \le x < 0 \\ 2x & si\quad 0 \le x < 1 \\ 1 & si\quad x = 1 \\ -2x + 4 & si\quad 1 < x < 2 \\ 0 & si\quad 2 < x \le 3 \end{cases}$$

$$f)\quad h(x) = \begin{cases} 2 + x & si\quad x \le -3 \\ 5 + 2x & si\quad -3 < x \le 1 \\ 6 - x^2 & si\quad x > 1 \end{cases}$$

$$g)\quad f(x) = \begin{cases} \sqrt{x-2} & si\ 2 \le x < 6 \\ |x - 2| - 2 & si\ x < 2 \end{cases}$$

$$h)\quad g(x) = \begin{cases} |x - 3| & si\ x \le 4 \\ -|x - 2| & si\ x > 4 \end{cases}$$

$$i)\quad h(x) = \begin{cases} x^2 - 3x + 2 & si\ x \le -5 \\ -x^2 & si\ x > -5 \end{cases}$$

$$j)\quad f(x) = \begin{cases} 2 + x & si\ x \le -3 \\ 1 - x & si\ -3 < x < 5 \\ 3x - 2 & si\ x \ge 5 \end{cases}$$

XVII.- Haga las gráficas de cada una las siguientes funciones racionales utilizando el método explicado en este artículo:

1) $f(x)=\dfrac{1}{x-4}$

2) $g(x)=\dfrac{1}{x+3}$

3) $p(x)=-\dfrac{1}{x-4}$

4) $m(x)=-\dfrac{1}{x+3}$

5) $f(x)=\dfrac{x}{x+1}$

6) $f(x)=\dfrac{3x}{x-3}$

7) $q(x)=\dfrac{2x-1}{x}$

8) $r(x)=\dfrac{1-x}{x}$

9) $h(x)=\dfrac{x}{2x-2}$

10) $p(x)=\dfrac{3x}{4x+4}$

11) $g(x)=\dfrac{1-x^2}{x^2}$

12) $f(x)=\dfrac{x^2+1}{x^2}$

13) $f(x)=\dfrac{9}{x^2-9}$

14) $g(x)=\dfrac{6}{x^2-x-6}$

15) $f(x)=\dfrac{x}{x^2-1}$

16) $p(x)=\dfrac{x}{1-x^2}$

17) $g(x)=\dfrac{2}{x^2+1}$

18) $f(x)=\dfrac{x}{x^2+1}$

19) $h(x)=\dfrac{2x^2}{x^2+1}$

20) $f(x)=-\dfrac{2x^4}{x^4+1}$

21) $m(x)=\dfrac{x^2-1}{x^2+x-2}$

22) $g(x)=\dfrac{x^2-x-6}{x^2-4}$

23) $f(x)=\dfrac{x^2}{x^2-1}$

24) $g(x)=\dfrac{x-1}{x+2}$

25) $h(x)=\dfrac{3x}{2x+3}$

26) $f(x)=\dfrac{5x}{x^2-x-6}$

27) $g(x)=\dfrac{x-1}{2x+2}$

28) $f(x)=\dfrac{x+1}{x-2}$

29) $g(x)=\dfrac{3x+1}{x-2}$

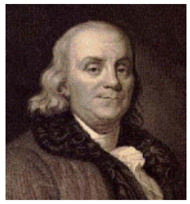
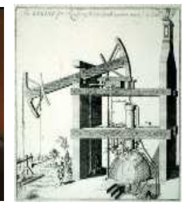
30) $h(x)=\dfrac{x-2}{3x+1}$

HISTORIA DE LA FÍSICA (Parte VI)

Versión Basada en el libro "Historia de tres ciencias básicas"; Autores: Rolando Delgado y Francisco A. Ruiz

Actualizado en Abril de 2007. ISBN 959-257-044-2. Editorial Universidad de Cienfuegos.

ELECTRICIDAD, CALOR Y REVOLUCIÓN QUÍMICA EN EL SIGLO XVIII

Al siglo XVIII se le conoce por el nombre de siglo de las luces. Semejante bautizo encuentra razón en el movimiento que invade a Europa en el terreno de las ideas, promoviendo la modernización y el rechazo a todo lo que representara el Antiguo Régimen.

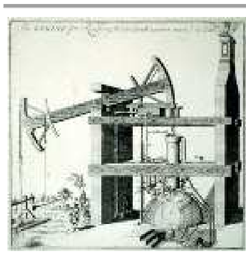
Las monarquías, a tenor con estos nuevos aires, conducen las reformas financieras y educativas que caracterizan al despotismo ilustrado como sistema de gobierno, para continuar con el status quo de dominación clasista y perpetuación de sus privilegios económicos.

Por su parte la burguesía, aliada de los cambios que significaban el progreso social, prosigue minando las bases del régimen monárquico. Con este propósito levanta las banderas del liberalismo político y económico y abraza como suyo el modelo racional empirista.

Esta atmósfera social unida a la crisis que se desarrolla hacia la segunda mitad del siglo provoca una oleada de movimientos revolucionarios que tiene su más alta expresión en la Revolución Francesa. El dominio colonial se estremece con la explosión de la Rebelión Haitiana, la Guerra de Independencia de las 13 Colonias, y la sublevación de Tupac Amaru en el Perú. Se asiste al comienzo de la llamada Era Moderna.

La segunda mitad del siglo XVIII es testigo de las innovaciones tecnológicas, principalmente la máquina de vapor de Watt (1769) y el telar mecánico de Cartwright (1783), que en el contexto económico favorable del Reino Unido provoca una transformación renovadora de la industria siderúrgica y textil conocida como Revolución Industrial.

La Revolución Industrial no sólo se caracterizó por los incrementos en la productividad derivados de la introducción de las innovaciones tecnológicas y de las mejoras organizativas del proceso productivo sino también por la creación de grandes empresas en escenarios geográficos concentrados lo que provocó oleadas migratorias desde el campo a la ciudad con la aparición de los barrios obreros y la hacinación de una mayoría de la nueva población urbana.



Desde fines del siglo anterior y principios del XVIII se viene gestando las invenciones de máquinas que aprovechan la energía del vapor para realizar el trabajo mecánico de extraer agua de las minas de carbón inglesas. El herrero Thomas Newcomen (1663 - 1729) se antecede a la Revolución Industrial cuando inventa su máquina de vapor atmosférica en 1705. En 1763 James Watt (1736 - 1819), notable fabricante de instrumentos, asistente en la Universidad de Oxford, al reparar una de las máquinas de Newcomen aprecia las posibilidades de perfeccionar su eficiencia. Después de seis años de investigación, en 1769 patenta una máquina que superaba a las de su antecesor por su mayor rapidez en la carrera del pistón y por ser mucho más económica en cuanto al consumo de combustible. El propio Watt en 1781 ideó la forma de usar la máquina para hacer girar un eje y por lo tanto, abrir sus aplicaciones a muchos otros usos además del bombeo.

Imagen: www.umassd.edu/ir/slides2/BigSnaps/p1.jpg

Otro signo de la época que debuta con la Revolución Industrial viene dado por el comienzo indiscriminado de la tala de los bosques europeos que prácticamente desaparecerán en el próximo siglo en búsqueda del más primitivo de los combustibles, la leña. La cultura del humo y la chimenea inaugura el proceso de contaminación atmosférica que marcaría el paisaje urbanístico de las grandes urbes nacientes, al tiempo que estrena la agresión despiadada del capitalismo irracional al entorno natural del hombre, con el exponencial crecimiento de las emisiones de los gases de la combustión.

A partir de ahora una creciente interrelación se establece entre la tecnología y la ciencia, pero si al siglo pasado correspondió esencialmente la Revolución de la Mecánica, al siglo XVIII toca el cambio de paradigma en el ámbito de la Química.

El pensamiento enciclopédico signo de la época, y la etapa de naciente formación en las Ciencias tal vez explique la inclinación abarcadora de los científicos de la época. Los grandes matemáticos incursionan con frecuencia en el campo filosófico, se esfuerzan por explicar los fenómenos en su totalidad, e intentan construir los instrumentos matemáticos requeridos para la formalización de los experimentos en el campo de la Mecánica. Un notable exponente de esta corriente es la personalidad de Jean Le Ronde d'Alambert. Comienza a los 22 años su relevante producción científica con la publicación de "Memoria sobre el cálculo integral" y cuatro años después sale a la luz su obra más importante "Tratado de Mecánica" donde desarrolla su conocido principio de D'Alambert. No ha cumplido los 30 años cuando escribe las primeras aplicaciones de las ecuaciones en derivadas parciales para abordar las causas de los vientos. Fue uno de los principales colaboradores de Denis Diderot (1713 -1784) en esa monumental obra de 35 volúmenes conocida como la Enciclopedia francesa.

Se considera que las Matemáticas Puras, como sistema teórico, se deben al siglo XVIII. Y en este esfuerzo racionalizador de muchos destaca la figura del más brillante matemático del siglo XVIII, el suizo Leonhard Euler (1707-1783). En su copiosa obra realizó el primer tratamiento analítico completo del Álgebra, la Teoría de Ecuaciones, la Trigonometría y la Geometría Analítica. Además de su empresa matemática incursiona con notables aportaciones en el campo de la Mecánica, a la cual suma el estudio del movimiento de los sólidos rígidos, y de los fluidos.

Le pusieron por nombre Jean Le Rond (1717-1783), aludiendo a la Iglesia en que lo encontraron abandonado una fría noche parisina de 1717. De adulto se autonombró D´Alambert. Ahora en todas las Universidades se estudia el principio de D´Alambert y se aplican las reglas generales para la resolución de las ecuaciones diferenciales propuestas por él a los 26 años. D´Alambert será para todos uno de los enciclopedistas que iluminó el espíritu de la Revolución francesa de 1789. Ingresó en el año 1741 en la Academia de Ciencias de París, donde trabajó por el resto de su vida, cumpliendo en ella la función de secretario perpetuo. Su vida concluyó, luego de una vejez solitaria y cargada de dolores por una larga enfermedad, en su París, seis años antes de la Toma de la Bastilla.

Imagen: www.mat.usach.cl/histmat/html/dale.html

Otro representante de los matemáticos sobresalientes de este siglo lo encontramos en el francés Gaspard Monge (1746 – 1818). Monge desde los 19 años ocupa la cátedra de Física en Lyon y poco después desarrolla las bases de la Geometría Descriptiva. Sus nuevas ideas sobre la curvatura de las superficies geométricas resultaron los fundamentos de los trabajos de Gauss en este terreno.

En la tradición de búsqueda de nuevos instrumentos matemáticos para resolver problemas de la Física se inscribe la actividad del francés Joseph Lagrange (1736-1813). En su principal obra (1788) Mecánica Analítica, abordó el estudio de la Mecánica utilizando el Cálculo de Variaciones creado por él; sistematizó el campo de las Ecuaciones Diferenciales; y trabajó en la Teoría de Números. Durante el periodo de la Revolución Francesa, estuvo a cargo de la comisión para el establecimiento de un nuevo sistema de pesos y medidas.

La Dinámica de los Fluidos recibe un poderoso impulso con las aportaciones del más notable representante de la destacada familia Bernoulli, Daniel (1700 – 1782). La ecuación de Bernoulli presentada por primera vez en su Hydrodinámica cubre un amplio abanico de aplicaciones en esta disciplina. Es considerado además el primero que desarrolla una teoría cinética de los gases y lo hace sobre conceptos atomísticos y probabilísticos.

Una de las tareas más importantes seguidas en la línea del desarrollo del cuadro mecánico del mundo, fue el desarrollo de la teoría de la gravitación de Newton a los movimientos planetarios en el Sistema Solar. Por entonces ciertas violaciones observadas en las órbitas de los planetas en relación con lo predicho desconcertaba a los astrónomos. Así por ejemplo estaba bien establecido que Júpiter y Saturno se adelantaban a veces, y otras se retrasaban con respecto a las posiciones que debían ocupar en sus órbitas. La relación de este comportamiento con perturbaciones gravitacionales temporales producto de las interacciones entre los planetas y con los cometas fue explicada por el matemático francés Pierre Simon Laplace (1749 – 1827). En 1796 adelantó una hipótesis sobre el origen del universo a partir de una nebulosa originaria. Laplace legó un proceso de formalización matemática que constituyó un modelo en las investigaciones posteriores en los campos de la Termodinámica y el Electromagnetismo.

La constante gravitacional de Newton fue determinada experimentalmente en este siglo por el físico y químico inglés Henry Cavendish (1731-1810) y lo hizo burlando la debilidad de la fuerza gravitacional con una precisión superada sólo un siglo más tarde, a través de la determinación de la fuerza atractiva que ejercían esferas de plomo de una gran masa sobre pequeñas masas unidas a un péndulo de torsión. Cavendish resulta insuperable en materia del diseño experimental para mediciones cuantitativas de propiedades físico – químicas de las sustancias. Será pues una referencia obligada a lo largo de este siglo.

El padre de Euler aspiraba a que su hijo siguiera sus pasos y lo envió a la Universidad para prepararle como ministro, pero la geometría trocó su destino al convertirse en su asunto favorito, transformándose con el tiempo en el matemático más prolífico de la historia. Entre 1726 y 1800 publica 866 libros y artículos lo que representa aproximadamente una tercera parte del cuerpo entero de la investigación en la Matemática, Física teórica, y la Ingeniería Mecánica de la época. Notable resulta conocer que antes de cumplir los treinta años había perdido parcialmente la visión quedando totalmente ciego al final de su vida.

Imagen: www.mat.usach.cl/histmat/html/eule.html

El desarrollo de los conocimientos teóricos y prácticos sobre la mecánica y la combustión tuvo su influencia en los avances experimentados en la tecnología de los dos procesos productivos que se convirtieron en los protagonistas principales de la Revolución: la industria textil y la industria minero-metalúrgica. Una compleja interacción se teje entre la técnica que promueve la Revolución Industrial y la naciente ciencia que la apoya y sobre cuyos adelantos se impulsa. La aplicación de nuevas tecnologías posibilitaba el rápido crecimiento de la producción textil y siderúrgica.

En 1764, el inventor británico James Hargreaves (1720-1778) inventó una máquina para cardar lana o algodón que preparaba la fibra para el hilado en hebras. Esta máquina de hilar, cuya invención se le reconoció a Hargreaves en 1764 y a la que le dio el nombre de su hija Jenny, hizo posible la producción automática de algodón en hebra con lo que revolucionó la industria textil.

El segundo paso trascendental en la revolución de la industria textil vino con el telar mecánico Edmund Cartwright (1743 – 1823). Incluso antes de comprobar en la práctica el funcionamiento de su invento presentó en 1785 la patente correspondiente y dos años después construyó en Doncaster una segunda versión del telar mecánico. En 1789 instaló patentó su telar mecánico en 1785 antes de comprobar cómo su invención funcionaba en la práctica. Una segunda versión mejorada del mismo fue construida en 1787 en Doncaster. Dos años más tarde fue instalada una máquina de vapor para accionar mecánicamente su telar, con lo cual se inauguraba una época de mayor productividad y producción textil en gran escala. Sin embargo los trabajadores, viendo en peligro sus puestos de trabajo desplazados por la máquina, no dudaron en pegarle fuego a la instalación.

Por otro lado, la expansión de la extracción minera demandó el incremento de la fabricación de las máquinas de vapor, y esto resultaba un reto para la industria de fundición del hierro y su maquinado para la producción de los cilindros y demás piezas requeridas.

No es extraño entonces que en esta dinámica de necesidades en cadena, se considere la segunda mitad del siglo la época del desarrollo de las máquinas herramientas modernas. En 1774, el inventor británico John Wilkinson (1728 – 1808) patentó una taladradora horizontal que permitía conseguir superficies cilíndricas interiores. Esta máquina taladradora era esencial para la manufactura de las máquinas de vapor de Watt.

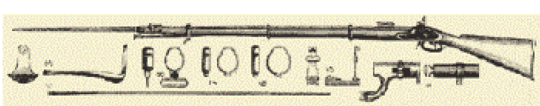


Imagen: http://www.eliwhitney.org/test/inventor.htm

El inventor estadounidense Eli Whitney (1765-1825) es recordado por su invención de la desmotadora de algodón y la revolución que produjo en su producción agrícola. Si bien esta máquina es expresión de importantes avances mecánicos que se producen en la época, Whitney debe reconocerse como el padre del método de producción masiva.

Fue en 1798 cuando al firmar el contrato para producir 10000 mosquetes, ideó cómo fabricarlos con la ayuda de máquinas y con un sistema organizativo que en cada puesto realizara una operación específica. El ensamblaje de las piezas intercambiables así producidas, originaba el producto final de la cadena. Se afirma que en el escenario estadounidense, la desmotadora de algodón fortaleció el poderío económico del Sur en tanto la tecnología de Whitney contribuyó a la victoria del Norte en la Guerra Civil.

En la década de 1780 el inventor francés, uno de los primeros y más grandes autómatas de todos los tiempos, Jacques de Vaucanson (1709 – 1782) construyó un torno industrial en el que un tornillo manual hacia avanzar el portaherramientas deslizante. Hacia 1797 el ingeniero mecánico e inventor británico Henry Maudslay (1771 – 1831) patentó el primer torno integro de metal con un husillo guía patrón, que empleaba como medidor un micrómetro que podía medir hasta la milésima de pulgada. La combinación de introducir máquinas herramientas más eficientes y organizar el proceso productivo siguiendo una secuencia de operaciones especializadas favoreció el incremento de la productividad del trabajo fabril.

En el campo de la electricidad, el inicio del siglo trajo los trabajos del discípulo de Boyle, Francis Hauksbee (1660 -1713), uno de los primeros en construir máquinas electrostáticas por fricción y estudiar los fenómenos de la descarga eléctrica, incluso a través de aire enrarecido, observando el resplandor producido en los primitivos barómetros. Estos estudios fueron antecedentes de la luminiscencia eléctrica en gases enrarecidos. Por otra parte, la principal fuente de electricidad para la mayor parte de las experiencias del siglo XVIII fueron tales máquinas eléctricas por fricción. La máquina fue sometida a diferentes innovaciones como la sustitución de la esfera de vidrio que giraba rápidamente mediante un sistema móvil por un disco y el acople de un tubo metálico que permitía la transmisión de la electricidad producida hasta el lugar deseado.

Precisamente en esta dirección se desarrollaron las investigaciones del astrónomo y físico inglés Stephen Gray (1666 – 1736). Durante los últimos años de la década del 20, Gray demostró que los materiales conductores pueden ser electrizados si están aislados, y que esta carga eléctrica adquirida puede ser trasladada distancias considerables (200 metros) desde un extremo electrificado conectado a un hilo conductor hasta el otro extremo convenientemente dispuesto para captar la señal recibida. Es por ello que estos estudios han sido considerados la antesala de los trabajos de la telegrafía que vinieron a cristalizar en la práctica algo más de un siglo más tarde.

El profesor de Química francés Charles Francois de Cisternay Dufay (1698-1739) abordó en la década del 30 el problema de determinar los tipos de carga eléctrica. A partir de sus estudios demuestra que hay solamente dos tipos de electricidad y le llama vítrea a aquella que se libera frotando vidrio (que se asocia luego a la carga positiva) y resinosa a aquella que se libera frotando ebonita (que corresponde a la carga negativa). Introduce el principio universal de que las cargas del mismo tipo se repelen y de diferente clase se atraen.

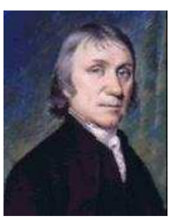
Henry Cavendish (1731-1810) comparó las conductividades eléctricas de soluciones equivalentes de electrólitos y expresó una primera versión de la ley de Ohm. Sus experimentos en electricidad fueron publicados un siglo después de haberlos realizado cuando Maxwell los redescubrió en 1879. Fue Cavendish el primero en determinar la constante gravitacional de Newton, junto con la masa y la densidad de la Tierra. La precisión de este resultado no fue mejorado hasta el siguiente siglo. A Cavendish corresponde también el mérito de haber determinado las constantes físicas que permitieron objetivamente diferenciar unos gases de otros. Así pudo descubrir en 1766 al gas más ligero de los conocidos, el llamado más tarde por Lavoisier, Hidrógeno.

Imagen: www.corrosion-doctors.org/Biographies/images/cavendish-lab.jpg

En 1746 el físico holandés Pieter van Musschenbroek (1692 – 1791), profesor de la Universidad de Leiden, publica los resultados obtenidos en el intento práctico de acumular electricidad estática en una botella y provocar su descarga conectando su borne central a tierra. Casi simultáneamente el inventor alemán Ewald Georg von Kleist (1700-1748) descubre un dispositivo similar al del holandés que pasa a la historia con el nombre de "Botella de Leiden", y que representa el antecesor de los condensadores modernos. El aparato que acumulaba o condensaba electricidad llegó a convertirse en un dispositivo útil para la experimentación.

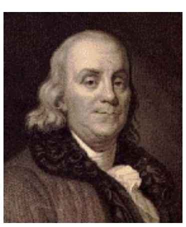
Poco después de la difusión del dispositivo construido por Musschenbroek, el Abad Jean-Antoine Nollet (1700-1770) propuso en la Academia parisina el uso de la electrificación estática como técnica de recuperación física para diferentes casos de parálisis motora. Nollet describió en detalle el método para producir y aplicar la electricidad “friccional”. La idea de que la electrificación podría tener valor terapéutico recorrió toda Europa. Sin embargo, los resultados de la electroterapia fueron muy contradictorios porque los médicos de la época lo aplicaron indistintamente sin distinguir las causas de la parálisis.

En la próxima década entran en el repertorio de nociones físicas la inducción eléctrica y la conservación de la carga. En torno a este desarrollo aparece la figura de Benjamín Franklin (1706-1790). En 1751 publica sus resultados en Londres con gran éxito. En el período que media entre 1746 y 1756 desarrolla importantes investigaciones que lo llevan a importantes inferencias a partir del principio de conservación de la carga.



Joseph Priestley, el genial físico-químico británico, fue amigo de Franklin y en su relación epistolar le confiesa (20 años antes de los experimentos de Coulomb) su deducción de que la atracción electrostática debía estar sujeta, de acuerdo con ciertas experiencias conducidas por Franklin, a leyes del mismo carácter matemático que las de la gravitación. Formado para ser Ministro de una Iglesia se convierte en un brillante investigador. Por su apoyo declarado a la Revolución Francesa una turba enardecida en 1791 le quemó la casa y sus pertenencias. Obligado a emigrar, muere diez años después en los Estados Unidos.

Imagen: www.ulb.ac.be/sciences/cudec/ressources/Priestley.gif



Benjamín Franklin no solo representa el científico que construye una teoría para explicar el fenómeno electrostático implicado en la botella de Leiden, el experimentador incansable que propone la hipótesis de que las tormentas son un fenómeno eléctrico, el inventor del pararrayos, y el político sagaz, sino también el investigador preocupado por la creciente emisión de gases contaminantes que idea sistemas para controlar el exceso de humo de las chimeneas y el inventor de estufas más eficientes que producen más calor con menos combustible. Benjamín Franklin fue el principal seguidor de los postulados de Isaac Newton en América.

En su Pensilvania fue presidente de la Sociedad Abolicionista y dos meses antes de morir firmó una petición al Congreso de los EE. UU. instando a la abolición de la esclavitud.

***Imagen:* www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/PictDisplay/Franklin_Benjamin.html**

La nueva teoría deducida por Franklin rechazaba la teoría de du Fay sobre la existencia de dos tipos de electricidad, y afirmaba que todos los cuerpos portan un fluido único que en exceso o defecto de un valor “normal” producía los efectos eléctricos. Franklin supuso que las propiedades atractivas y repulsivas observadas en diferentes materiales bajos distintas circunstancias eran debidas a las cantidades relativas de este fluido más que a diferentes tipos de fluidos. Concluyó también que este fluido se encontraba en todas las cosas, de modo que podía ser transferido de una cosa a otra. La pérdida del fluido en un cuerpo resulta en la ganancia de la electricidad en el otro. Este llegó a ser conocido como el principio de conservación de la carga eléctrica. También se debe a Franklin el primer convenio relacionado con la electricidad. Los materiales que ganan una carga según la teoría de Franklin eran positivos, mientras aquellos desde los que la carga se cedía eran negativos. La electricidad se mueve entonces desde el positivo (el cuerpo con mayor carga) al negativo (el cuerpo de menor carga). La teoría del fluido único asentada en los postulados de la mecánica newtoniana, abona el camino de progresos que en el campo del electromagnetismo se alcanzan en el siguiente siglo. La creatividad de Franklin lo lleva a combinar teoría y práctica de manera que realiza numerosas invenciones entre las que se destaca el pararrayos, la primera aplicación práctica que emerge del campo aún joven de la electricidad y que tiene la inapreciable virtud de ahorrar incontables vidas. Franklin no sólo fue un eminente hombre de Ciencia sino se considera uno de los fundadores de los Estados Unidos de América.

El hito que inaugura la electrostática como disciplina científica viene representado por el descubrimiento de su ley fundamental en 1 777 por el físico francés Charles Coulomb (1736 - 1806). Coulomb inventa la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción entre cuerpos eléctricamente cargados y obtiene así la expresión matemática que recuerda a la ley de la gravitación universal y atrapa en lo cuantitativo el fenómeno de atracción o repulsión electrostática. La unidad de medida de la carga eléctrica, el Coulomb, perpetúa su memoria.

El último tramo del siglo XVIII nos trae en materia de electricidad los trabajos de uno de los pioneros en el campo de la biofísica, el médico italiano Luigi Galvani (1737-1798). En verdad cuando Galvani empezó sus trabajos estimulando eléctricamente patas de rana, el problema de la irritabilidad animal y de si los nervios eran conductores de un "fluido nervioso" análogo al eléctrico, ya era ampliamente debatido en los círculos médicos de la Universidad de Bolonia.

Galvani fue 33 años profesor de la Universidad de Boloña y sus trabajos son los primeros que apuntan a la existencia de fuerzas bioeléctricas en el tejido animal. Fue este cirujano, que renunciara a su cátedra universitaria cuando la invasión napoleónica para morir un año después, el primer biofísico de la historia.

La teoría del fluido eléctrico animal fue rechazada por el también italiano Alessandro Volta y el debate Galvani - Volta fue uno de los episodios notables con que nacen las ideas modernas sobre la electricidad.

La pila de Volta, la primera batería eléctrica, hizo posible la construcción de dispositivos para mantener una corriente eléctrica por un circuito dado, y abordar el problema de los nexos entre la electricidad y el magnetismo. Una vez presentados sus trabajos en la Academia francesa de la Ciencia, aceptó el título de Conde de Lombardía, territorio ocupado por las tropas napoleónicas.

Imagen: http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/people.php?id=1234570&lid=1

Galvani propuso que la rana y todos los otros seres vivos poseían una electricidad inherente y sospechó que la electricidad era transferida a las fibras musculares desde los extremos de los nervios, actuando cada fibra muscular como una minúscula botella de Leyden. La principal contribución de Galvani fue abrir el camino para el estudio de los mecanismos de la generación y propagación de las señales eléctricas en el sistema nervioso. Al morir Galvani en 1798, el físico italiano Alejandro Volta había comenzado a cuestionar que el origen de las contracciones musculares de la rana observadas por su compatriota fuera la electricidad de naturaleza animal. Volta demostraría que usando discos de metales diferentes separados por telas humedecidas en ácido, se genera una corriente eléctrica. Hizo así uno de los inventos más grandes del siglo.

La idea de que el calor era una forma de movimiento de la sustancia ya había sido esbozada en el siglo anterior, primero por Galilei y sus discípulos y en la segunda mitad de la centuria por Robert Boyle y Robert Hooke.

Las nociones elaboradas por el sabio ruso Mijail Lomonosov (1711 – 1765) sobre el calor se inscriben en el desarrollo del atomismo que desde el siglo anterior lo relaciona con el movimiento corpuscular. Lomonosov comparte y critica la obra de Boyle, sosteniendo que la ley del irlandés sobre los gases debe sufrir una desviación notable para la región de las altas presiones debido al volumen ocupado por los átomos.

Los experimentos que pretendían medir los intercambios de calor entre los cuerpos exigían el desarrollo de la termometría que habían iniciado los académicos florentinos del siglo XVII. Ya en 1702 el instrumentista francés Guillaume Amontons (1663 – 1705) había demostrado la relación entre la presión de un gas y su temperatura, proponiendo la construcción de un termómetro de gas a volumen constante. Estas ideas sugerían la existencia de una temperatura mínima.

El estudio sistemático de la combustión empleando las mejores balanzas y termómetros disponibles en esta época, llevó al médico holandés, profesor de la Universidad de Leiden, Hermann Boerhaave (1668-1738), considerado uno de los padres de la física – química, a demostrar que el agua es uno de los productos de esta reacción, probar que el calor es imponderable, y realizar las investigaciones calorimétricas iniciales. En esta empresa contó en las primeras décadas de este siglo con la colaboración de un discípulo que mostraba una especial vocación y aptitud para la fabricación de instrumentos de medición y el soplado del vidrio: el eminente instrumentista de origen polaco Daniel G. Fahrenheit (1686 – 1736).

A los 19 años el joven Mijail dejó su aldea natal y puso proa a Moscú cargado de avidez por los saberes. Trece años más tarde, dos antes de ser elegido académico y aún viviendo en condiciones de extrema pobreza, solicita de la Academia de Ciencias Rusa la creación de un laboratorio "para desarrollar las ciencias naturales en el Imperio Ruso y aplicarlas en la práctica". La respuesta no se hizo esperar: "Negar la solicitud del auxiliar de catedrático pasante Lomonosov". Supo sobreponerse a todos los obstáculos y su tesón y talento lo convirtieron en poeta brillante, reformador de la lengua rusa, fundador de la Universidad, y uno de los más fecundos hombres de ciencia de la primera mitad del XVIII.

Imagen: http://www.bestofrussia.ca/scientists.html

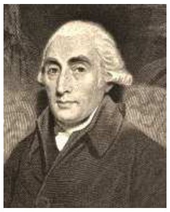
Fahrenheit continúa los trabajos por el sendero de la termometría. La práctica había demostrado que existían estados con temperatura constantes. Fahrenheit descubre que la temperatura de ebullición del agua es sólo constante a una presión barométrica dada y propone en 1714 la primera escala basada en dos puntos fijos: la temperatura de fusión del hielo al que asignó un valor de 32 y la temperatura del cuerpo de un hombre saludable, para la cual fijó un valor de 96.

La escala centígrada nacería cuando en 1741, el profesor de astronomía de la Universidad de Uppsala Anders Celsius (1701 – 1744) construye un termómetro de mercurio que marca el cero para la temperatura de ebullición del agua y el 100 para la temperatura de fusión del hielo. Celsius se haría inmortal cuando la Novena Conferencia General de Pesos y Medidas en 1948 aprobó referir los grados de la escala centígrada como "grados Celsius".

No menos trascendentes resultaron los experimentos de Fahrenheit y Boerhaave al estudiar el intercambio de calor entre iguales masas de agua y mercurio puestas en contacto a diferentes temperaturas. Resultó que la temperatura final no es en este caso el promedio aritmético de las temperaturas iniciales.

La interpretación de este comportamiento experimental se debe al médico y físico químico escocés Joseph Black (1728 – 1799). Los complejos vasos comunicantes que conectaran los trabajos de Boerhaave con las ideas de Black se encuentran en la influencia recibida por su mentor William Cullen (1710-1790), primer profesor de Química en Escocia y descubridor del efecto de refrigeración producido por la evaporación de los líquidos, de parte de otro importante eslabón en esta cadena de transmisión, el introductor de la enseñanza de la química moderna en las islas británicas, discípulo de Boerhaave en Leiden, Andrew Plummer (1698-1756).

Black admitió como correcta la hipótesis de que la sustancia termógena cedida por la sustancia caliente era obtenida por la sustancia fría, pero estas cantidades de calor iguales varían de distinta forma la temperatura de iguales masas de agua y mercurio. El agua y el mercurio, según el razonamiento de Black presentaban diferentes capacidades para el calor. A él se debe también la introducción de los conceptos del calor específico y el calor latente de vaporización de las sustancias.



La actividad del médico y físico-químico escocés, de origen francés, Joseph Black (1728 – 1799) se centra en dos polos del conocimiento físico químico. Por una parte asiste al nacimiento de la Termodinámica y sus estudios, desde 1766 hasta 1796, en la cátedra de Química de la Universidad de Edimburgo influyen en el instrumentista James Watt (1736-1819), quien en 1769 patenta la máquina de vapor que perfeccionaba el ingenio creado por Thomas Newcomen (1663 – 1729) en 1725. De otro lado los descubrimientos de Black al investigar la descomposición de la piedra caliza y las reacciones de combustión demuestran que "los aires" tienen un comportamiento químico que puede ser estudiado, inaugurando una época que conduce directamente a la llamada Revolución de la Química.

Imagen: www.chem.gla.ac.uk/dept/black1.jpg

Estas nociones desarrolladas por Black representan los primeros logros de la naciente termodinámica. Le corresponde además el mérito, no destacado lo suficiente, de haber influido sobre su ayudante, el instrumentista de la Universidad de Edimburgo, James Watt (1736-1819), quien con sus innovaciones a la primera máquina de vapor llevó a la práctica sus descubrimientos.

Cavendish, contemporáneo de Black, hizo contribuciones relevantes al desarrollo inicial de la termodinámica. Aplica nuevas técnicas cuantitativas para descifrar la interacción del calor con las sustancias, midiendo calores de fusión y evaporación de sólidos y líquidos. Es también Cavendish el primero en descubrir la existencia de composiciones en las disoluciones que ofrecen temperaturas mínimas de congelación.

El repertorio de resultados experimentales conformado hacia la segunda mitad del siglo cristaliza en la concepción del carácter sustancial del calor propuesto por Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), explicada en los siguientes términos:

1. Es una sustancia sutil que no puede ser creada ni destruida, pero si fluir de un cuerpo a otro cuando estos estén en contacto.
2. Se comporta como un fluido elástico y sus partes se repelen entre sí, pero son atraídas por las partículas que componen los cuerpos y esta atracción depende de la naturaleza de cada cuerpo.
3. Se puede presentar en estado "sensible" o "latente" de forma que en el primer estado se encuentra rodeando a las partículas como si fuera una especie de atmósfera a su alrededor y en estado latente se halla combinado con las partículas materiales en formas semejantes a las combinaciones químicas.

En 1798, las ideas sobre la naturaleza sustancial del calor son rechazadas por los experimentos conducidos por el estadounidense Benjamín Thompson (1753 – 1814) que vienen a demostrar su naturaleza cinética. Thompson escribió: "todo aquello que un cuerpo o sistema de cuerpos aislados pueda continuar suministrando sin limitación, no puede, de manera alguna, ser una sustancia material, y me parece extremadamente difícil, si no imposible, imaginar algo capaz de producirse y comunicarse, como el calor en esos experimentos, a no ser el movimiento".

En tanto la teoría sobre el calor iniciaba su desarrollo, la práctica de la reducción del hierro en los altos hornos había comenzado una revolución con la introducción del coque como agente reductor ya en la Inglaterra de 1711. El advenimiento de la máquina de vapor de Newcomen creó un importante mercado para el hierro y en 1758, la fundición de Abraham Darby III (1711-1763) había producido 100 cilindros para este ingenio. En 1779 en los hornos de Coalbrookdale, como símbolo de la nueva era del hierro, se fundían las piezas del primer puente de arco de hierro sobre el rio de Severn, en la zona que se convirtiera en cuna de la Revolución Industrial.

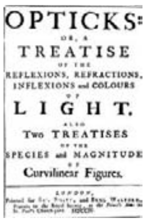
Imagen: http://www.sedgleymanor.com/people/abraham_darby.html

La comprobación de que el trabajo mecánico podía producir calor, debió fertilizar el camino para la aceptación del calor como una forma de energía y contribuir al desarrollo de la ley de conservación.

Sin embargo las ideas que prevalecieron en la comunidad científica de la época se corresponden con una etapa del desarrollo de las ciencias en que se introducen un conjunto de agentes sustanciales como el flogisto, el éter, y el calórico. Estas posiciones, un tanto ingenuas se basaban en el principio de no introducir la acción a distancia para explicar los fenómenos físicos al no disponer de conceptos y núcleos teóricos acerca de los campos, de las múltiples formas de energía, y de sus transformaciones de unas formas en otras. No sería hasta mediados del próximo siglo XIX que nuevos resultados experimentales permitieran la edificación de un cuerpo teórico acerca del calor, como energía en tránsito.

El prolífico matemático suizo Leonardo Euler entró en el debate sobre la naturaleza de la luz y consideró, en contra de la autoridad de Newton, que la luz no estaba constituida por partículas. La teoría de la luz de Euler se basaba en la existencia del eter que servía como medio de propagación de vibraciones luminosas. La mayor parte de sus ideas sobre la luz se recogen en el tratado Dioptrica, cuyo primer volumen se publicó en 1769. En Dioptrica se exponen las propiedades de los lentes, se establece el fundamento para el cálculo de los sistemas ópticos, y se proporcionan las descripciones de microscopios y telescopios.

Los astrónomos creyeron ver que el movimiento de los cometas seguía leyes diferentes al de los planetas hasta que Edmund Halley (1656-1742) se encargó de demostrar que estos cuerpos celestes estaban sometidos a las mismas atracciones gravitacionales. En su análisis de las observaciones de los cometas, Halley apreció que tres visitantes en 1531, 1607 y 1682 mantuvieron una trayectoria tan similar que debían tratarse del mismo cometa cuya órbita, según sus estimaciones, era una elipse elongada. De acuerdo con la periodicidad de su movimiento en 1705 propuso en *Synopsis of the Astronomy of the Comets*, que el objeto retornaría 76 años después de su última aparición es decir en 1758. La vida no le alcanzó para comprobar su predicción pero su nombre fue asociado para siempre con el cometa. Además de este estudio de los cometas, en 1718 Halley publicó el descubrimiento del movimiento de las estrellas que antes se creía que permanecían fijas en el firmamento.



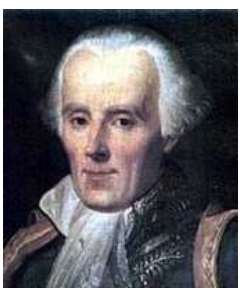
OPTICKS:
OR, A
TREATISE
OF THE
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS and COLOURS
OF
LIGHT.
ALSO
Two TREATISES
OF THE
SPECIES and MAGNITUDE
OF
Curvilinear Figures.
LONDON,

La óptica del siglo XVIII se inicia a partir del tratado de Newton, Opticks or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light", cuya primera edición data de 1704. En la obra se abordan los más variados fenómenos ópticos desde la reflexión de la luz, la refracción, la formación de imágenes por las lentes, la descomposición espectral, la recomposición de los colores, la invención del telescopio refractor, hasta la teoría del arco iris. Lo más destacado de la óptica newtoniana es la teoría corpuscular de la luz. Para Newton, la luz está constituida por pequeñas partículas desprendidas de los cuerpos luminosos o iluminados que al interaccionar con el ojo producen el efecto de la visión. Según este modelo, los fenómenos ópticos son fenómenos puramente mecánicos, perfectamente explicables a partir de los Principios de la Dinámica newtoniana.

Imagen: http://msp.rmit.edu.au/Article_04/02.html

En 1728 el astrónomo inglés James Bradley (1693 - 1762) informó a la Real Sociedad de Londres que en la búsqueda infructuosa de la determinación del desplazamiento paraláctico de la estrella Eltanin, la más brillante de la constelación Dragón, había descubierto el fenómeno de la aberración de la luz. Bradley al encontrar un desplazamiento de la estrella en la dirección opuesta a la esperada, dedujo correctamente que la variación observada en la posición estelar era debido al movimiento que anima a un observador desde la Tierra respecto a la velocidad finita de la luz. Mediante el análisis de las mediciones del ángulo de la aberración estelar y teniendo el dato de la velocidad orbital de la Tierra, Bradley arribó a una estimación notablemente precisa de la velocidad de la luz en 295 000 km/s. Veinte años después de este descubrimiento y luego de observar durante un ciclo completo de 18,6 años el movimiento de los nodos de la Luna, Bradley anunció un nuevo descubrimiento astronómico: el movimiento oscilatorio del eje de rotación de la Tierra, la llamada nutación del planeta. Cuando Halley murió en 1742, Bradley fue nombrado su sucesor como Astrónomo real del Observatorio de Greenwich.

Había cumplido los 35 años cuando el músico de origen alemán, nacionalizado británico, William Herschel (1738 - 1822) despertó un gran interés por la Astronomía que le condujo a manuales sobre los telescopios y a la fabricación de sus propios instrumentos. Ocho años de perseverante búsqueda astronómica y de perfeccionamiento de sus telescopios de reflexión le premió con un descubrimiento trascendente. Desde la Antigüedad se conocían seis planetas observables a simple vista, pero en 1781, Herschel apreció en la constelación de Géminis un nuevo objeto celeste que inicialmente confundió con un cometa al cual llamó "Estrella de Jorge", en honor del rey Jorge II pero poco después el astrónomo alemán Heinrich Olbers (1758-1840), quien en 1779 había elaborado un método para calcular las órbitas de los cometas, todavía hoy utilizado, descartó que se tratara de este tipo de objeto celeste y precisó que se trataba de un nuevo planeta. A partir de fines del XIX, el séptimo planeta del sistema solar fue rebautizado como Urano. Seis años después de su hallazgo, Herschel observó dos de los satélites de Urano, los de mayor tamaño, a los cuales nombró como Oberon y Titania, dioses de las hadas de la comedia de Shakespeare, "Sueño de una noche de verano" (1595).



Uno de los principales desarrollos de la "Mecánica Celeste" en el siglo XVIII se debe a la obra del matemático y astrónomo francés Pierre S. Laplace. La teoría de Laplace sobre el movimiento planetario ha resistido la prueba del tiempo. Su hipótesis nebular sobre la formación del sistema solar nutrió el arsenal de ideas de la cosmología de la época. Y por último, sus formalismos matemáticos no solo encuentran aplicación en la gravitación sino también en la electricidad y la termodinámica. En 1796 publica su "Exposición del sistema del mundo" que intenta resumir la historia de la Astronomía. En su "Sistema del Mundo", Laplace analiza la predicción del astrónomo inglés John Mitchel sobre la existencia de las "estrellas oscuras", estrellas tan masivas que impedirían la salida de la luz. Se formulaba la primera versión de los "agujeros negros" que en 1912 poco antes de su muerte, fueran descritos por el matemático alemán Karl Schwarzschild (1873-1916). Fue necesario esperar a fines del siglo XX para que el radiotelescopio Hubble instalado en una sonda espacial confirmara la existencia de un agujero negro en el centro de una enorme galaxia llamada M87.

Imagen: http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-p_laplace.htm

La obra de Herschel en el siglo XIX estuvo fuertemente influida por los trabajos del geólogo y físico británico John Mitchell (1724 - 1793). En 1767 publicó una investigación sobre las estrellas dobles y los cúmulos de las Pléyades en la que concluye que muchas de las estrellas visibles en el cielo deben formar pares físicos o cúmulos de acuerdo con alguna ley general del universo. Pero la idea cósmica más interesante que desarrolló Mitchel, aparece en una carta de 1784 dirigida a Cavendish, su amigo de toda la vida, en la cual predice la existencia de "estrellas oscuras", estrellas tan masivas y compactas que tendrían un campo gravitatorio tan fuerte que ni la luz podría escapar. Sus ideas fueron publicadas en dos sucesivas ediciones del "Sistema del Mundo" de Laplace pero fueron excluidas en la tercera edición. Tal vez la noción de "los agujeros negros" no cabía aún en el pensamiento de la época sobre el universo. Estamos a 132 años de 1916, cuando poco antes de su muerte el matemático alemán Karl Schwarzschild (1873-1916) describiera las características de tales sistemas.

En el ámbito de las ciencias de la vida destacaremos sólo los logros relevantes que demandaron una pronta penetración del conocimiento físico – químico, estrechando los nexos entre estas disciplinas y la Biología.

El bando papal de Sixto IV, que autorizara la disección de los cadáveres en el siglo XV y su posterior ratificación por Clemente VII un siglo más tarde se reconocen entre las causas que provocaron la Revolución en la Anatomía, iniciada por Vesalio y continuada en el XVII por los profesores de las Universidades de la Italia Septentrional entre los cuales Malpighi cierra el siglo XVII con el desarrollo de la Anatomía microscópica. A lo largo de las primeras décadas del XVIII, Giambattista Morgagni (1682-1771) heredero de la cátedra de Anatomía de la Universidad de Padua, desarrolla la Anatomía patológica, con ayuda de la cual descubre la íntima relación existente entre alteraciones funcionales y físicas de los órganos.

El siglo XVIII fue testigo de los descubrimientos que constituyen la base de la moderna fisiología vegetal, la rama de la botánica que estudia las funciones básicas de las plantas. Una de las primeras tentativas de abrirse paso en el terreno de la fisiología con las armas que brindaba el conocimiento físico – químico fue realizada por el inglés Stephen Hales (1677-1761), clasificado como físico-químico, botánico y fisiólogo. Hales demostró en 1726 que la circulación sanguínea ejerce una determinada presión, logrando medir la presión de la sangre en un caballo. Un año después publica "Estática Vegetal" considerada la primera obra de fisiología vegetal. En esta obra Hales describe la respiración y transpiración de las plantas, así como la evaporación desde las hojas y el movimiento de los líquidos a través de las raíces y de las plantas.

Spallanzani, desde la cátedra de física de las Universidades de Módena y Pavía, desarrolla las investigaciones que lo hacen merecedor de considerarlo uno de los pioneros de la biología experimental. Aborda problemas tan disímiles como el rechazo experimental a la teoría de la generación espontánea de la vida a partir de la materia no viviente, el trasplante de órganos en animales inferiores, la acción de los jugos digestivos sobre los alimentos, la circulación pulmonar y el intercambio gaseoso al nivel de tejidos demostrando que el aire desflogisticado (oxígeno) se transforma en aire fijo (dióxido de carbono).

Imagen: www.iufm.unice.fr/application/spip/IMG/spallanzani.jpg

En conexión con los trabajos de Hales, Joseph Priestley demostró que las plantas en crecimiento "restauran" la naturaleza vivificante del aire saturado de flogisto por la llama de las velas o la respiración de los animales. Esta observación fue ampliada poco después por el fisiólogo holandés Jan Ingenhousz (1730-1799) al descubrir que hace falta luz solar para que las plantas cumplan esta función. Asistimos así al primer acto en la comprensión del fenómeno de la fotosíntesis. Demoró aún más el desarrollo de una conciencia sobre la necesidad de preservar “los pulmones” del planeta.

Lazzaro Spallanzani (1729 – 1799), continuador de la tradición investigativa en el campo de la Biología experimental iniciada en las Universidades florentinas del siglo XVII, anuncia en el propio título de su más importante trabajo "Dissertazioni di fisica animale e vegetale" (Modena, 1780) que esta vez desde la cátedra de Física, surge el científico que rechaza con experimentos la teoría de la generación espontánea, aborda la caracterización de los jugos digestivos, inicia el camino de la inseminación artificial, y en sus últimos estudios, cuando apenas se estaban esclareciendo por los químicos de la época la composición del aire, pretende aclarar el intercambio gaseoso que caracterizaba la respiración pulmonar, y el mecanismo de la respiración al nivel de los tejidos.

La revelación de una gran diversidad de faunas y de flores representa un acontecimiento decisivo para las ciencias de la vida del siglo XVIII. Las colecciones descubiertas por las misiones de exploración permitieron crear los gabinetes y museos de Historia Natural. En este momento se erigieron como los principales objetivos de los naturalistas la identificación y clasificación de los organismos y la comprensión de la diversidad de los constituyentes de la vida.

Las ciencias de la vida en el siglo XVIII encontraron como un imperativo de los descubrimientos de una gran diversidad de faunas y de flores la identificación y clasificación de los seres vivos. En esta tarea histórica brilló el sueco Carl von Linneo (1707 – 1778) que inauguró en 1735 el sistema binomial de clasificación en género y especie. Una parte genérica y una parte específica debieran condensar “lo general y particular” característico para un animal o planta. La concepción de Linneo de que cada especie es un atributo invariante de la Creación va siendo minada por los naturalistas que estudian la historia de las especies, su capacidad de adaptación y variabilidad.

La humanidad está en deuda con el médico británico Edward Jenner (1749-1823) que en la última década de este siglo descubriera la vacunación. En 1796 Jenner inoculó a un niño humores de la viruela vacuna y seis semanas después le aplicó una segunda inoculación, esta vez de la viruela mortal, con resultados positivos. Había descubierto la vacuna contra esta enfermedad y al mismo tiempo pondría el primer peldaño en el desarrollo de la inmunología. Debió enfrentarse a toda suerte de críticas, desde aquellos que rechazaban el procedimiento adoptando una posición pseudoreligiosa hasta ciertos círculos médicos que exageraban los riesgos implícitos en una nueva técnica. Lo acompañaban su ira y su fe en el triunfo del hombre sobre las enfermedades que como la tuberculosis le arrebataron primero a su hijo menor y luego a su esposa. Casi 200 años después la Asamblea Mundial de la Salud declaraba en 1980 al planeta libre del flagelo de la viruela.

Imagen: //literacyproject.org/Charboneau/tunits/HistoryScientificThought/Profiles/Jenner/jenner.htm

En el progreso de la “historicidad” de la naturaleza constituye un hito la obra del naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788). En un período de cuarenta años que cubren casi completamente la segunda mitad del XVIII Leclerc publica un tratado en 36 volúmenes de Historia Natural. En esta obra introduce nociones que bombardean “principios inconmovibles” como la edad de la tierra fechada por la iglesia en seis mil años, o la creación divina e inmutable de las especies. Buffon sugiere la ascendencia común de los mamíferos y trata la cuestión delicada de las semejanzas entre los hombres y los grandes simios.

El desarrollo de la minería y la mineralogía condicionó el surgimiento de diferentes Escuelas de químicos que a lo largo de este siglo realizara numerosos aportes en el análisis de minerales, en la comprensión y gobierno de los procesos de su reducción, enterrando definitivamente el ideal alquimista de transformar metales nobles en oro.

Toda la práctica de la especie humana anterior al siglo XVIII había producido el hallazgo de 13 elementos químicos, entre ellos nueve metales típicos. La expansión de los conocimientos químicos significó en esta centuria sumar trece elementos al repertorio de los metales. En poco más de cincuenta años se superaría el número de metales descubiertos por más de seis siglos de infructuosa búsqueda alquimista. Con el paso del tiempo, estos metales se emplearían en la fabricación de materiales estratégicos para el avance tecnológico.

El más notable representante de la generación de químicos suecos del siglo XVIII y campeón absoluto en la lid de los descubrimientos de elementos de esta centuria fue Carl W. Scheele *(1742-1786)*. En 1770 estableció contacto con el líder de los químicos suecos de la época T.O. Bergman (1735- 1784) y recibió su ayuda pero nunca cursó estudios formales de Química. No obstante Scheele se convirtió en uno de los más grandes químicos experimentales de todos los tiempos tomando parte en el hallazgo de nuevas sustancias entre las que se encuentran los compuestos del cloro, flúor, manganeso, bario, molibdeno, wolframio y oxígeno.

Considerado entre los padres de la Química Analítica, Martín Heinrich Klaproth (1743-1817) promueve la tradición alemana en este campo desde la cátedra de Química de la recién fundada Universidad de Berlín (1810). A Klaproth se deben los descubrimientos del zirconio y del uranio. El uranio fue descubierto en 1789, en la pechblenda. Más de un siglo transcurrió para que en 1896, el físico francés Antoine Henri Becquerel descubriera la radiactividad.

En 1772, el químico sueco Carl Scheele logro aislar el aire desflogisticado de Prietsley, al cual bautizó con más propiedad aire incendiario, para destacar que en su seno ardía vivamente una vela y una astilla incandescente rápidamente se inflamaba. Sin embargo no publicó sus investigaciones hasta 1777, en el libro de sugerente título “Tratado Químico sobre el aire y el fuego”. En este libro describe los procedimientos para determinar la composición del aire, que según demuestra está constituido por “fluidos ligeros de dos géneros”. Por primera vez está apuntando la existencia de los dos principales componentes del aire: el nitrógeno y el oxígeno. Se venía derrumbando la noción del aire como algo elemental e inerte.

Imagen:Histoire de la Chimie. histoirechimie.free.fr/

Nadie podía imaginar entonces que estos nuevos elementos hermanados en fechas de descubrimiento, luego aparecieran hermanados en los reactores nucleares del siglo XX: las aleaciones de zirconio resultan especialmente útiles para la fabricación de los materiales de revestimiento de los elementos de uranio combustible.

La importancia práctica de los procesos de combustión determinó que una de las primeras prioridades en el estudio de las transformaciones estuviera enfilada a explicar lo que acontecía durante la quema de los combustibles. No es posible olvidar que en la Europa de la segunda mitad del siglo XVII la industria metalúrgica experimenta cierta expansión, y este desarrollo implicaba un costo energético que se sustentó en la tala de los bosques europeos. Resulta sorprendente sin embargo que fueran tempranamente emparentados las reacciones de combustión y el enmohecimiento que sufrían los metales.

Esta conexión fue revelada por el médico-químico alemán Georg E. Stahl (1660 –1734) para quien el flogisto podía considerarse como un principio elemental que se liberaba rápidamente por los combustibles al arder y durante la calcinación de los metales, o lentamente durante su enmohecimiento. Siguiendo el pensamiento del flogista, el metal representaba la sustancia compuesta mientras la escoria oxidada, resultante de la pérdida del flogisto, significaba la sustancia más elemental.

Esta teoría, aunque presentaba el cuadro químico del mundo al revés representó una explicación racional de la combustión, estimulando el desarrollo de experimentos sobre la combustión, la oxidación, la respiración, y la fotosíntesis.

En 1766, Cavendish presentó en la Royal Society su informe sobre “Factitious Air” en el que con particular atención describe las propiedades sobresalientes del gas liberado durante la reacción del ácido clorhídrico con algunos metales. Lanzó entonces la hipótesis de haber aislado el propio flogisto. Al hacerlo se basó en dos de sus propiedades: era el gas más ligero de los conocidos y presentaba una alta inflamabilidad. En otros experimentos, haciendo saltar chispas eléctricas por las mezclas de los nuevos aires descubre que la reacción de su aire inflamable con el aire desflogisticado produce agua, enterrando para siempre la visión milenaria del agua como sustancia elemental y primigenia. De forma similar, la mezcla húmeda de aire flogisticado y desflogisticado reaccionaba, impulsada por la fuerza del rayo local, para dar el acqua fortis de los grabadores (el ácido nítrico).

España contó con la gloria de que dos hermanos, Juan José (1754-1796) y Fausto Elhúyar (1755-1833), inscribieran sus nombres entre los descubridores de elementos químicos del siglo XVIII. Juan José en 1781 se entrenó durante seis meses en Suecia en los laboratorios de Bergman. Corría el año 1783 cuando los hermanos, en la Escuela de Explotación Minera de Vergara, lograron el descubrimiento del wolframio.

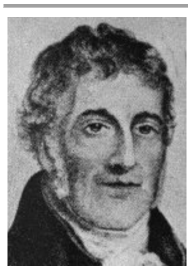
Los intereses de la Corona los llevan a la administración de minas en el Nuevo Mundo y allí Juan José encuentra su muerte en la Nueva Granada, Granada (Colombia) mientras su hermano Fausto alcanza celebridad en la Nueva España (México) donde investiga sobre los métodos de amalgamación de la plata en frío y funda una Escuela de Minas que goza de prestigio por lo avanzado de su currículo.

Imagen: Don Fausto d'Elhuyar. http://homepage.mac.com/dtrapp/Elements/myth.htm

Los resultados cuantitativos que iban acumulándose se encargaban de revelar la inconsistencia de la teoría del flogisto y sin embargo la mayoría de los investigadores de la segunda mitad del siglo continuaba esforzándose por encajar sus resultados en los marcos de sus presupuestos. En suma, de manera contradictoria empujó al desarrollo de la experimentación y empañó la interpretación de los resultados.

Las dos décadas que sucedieron al descubrimiento del “aire inflamable” de Cavendish resultaron decisivas para comprender la composición del aire y su papel en los procesos de respiración y combustión. En 1772, el joven químico escocés Daniel Rutherford (1749 – 1819), discípulo de Black creyó obtener un aire totalmente flogisticado (saturado de flogisto). Confinó un ratón en un recipiente cerrado hasta provocar su muerte. En el aire residual hizo arder pálidamente una vela hasta apagarse y a continuación provocó una fugaz ignición del fósforo. El aire que entonces quedó lo hizo pasar a través de una solución alcalina de modo que fuera absorbido “el gas fijo” de su mentor. Tenía en sus manos una muestra de aire inerte al que llamó gas “noxious” en el que no podía vivir un ratón, ni podía realizarse la combustión. Podría imaginar que estaba frente a un gas agotado del componente vital y al mismo tiempo responsable de la combustión pero su hipótesis fue bien otra. En los marcos de la teoría del flogisto tanto la criatura viviente al respirar como el material al arder liberan flogisto y llegan a saturar el aire de esta sustancia. Por tanto el aire que logró inequívocamente aislar no era otro que un “aire flogisticado”, saturado de flogisto.

Antes, Cavendish en carta a Priestley da cuenta de un aire resultante de la circulación repetida por una muestra de carbono incandescente y posterior eliminación del aire fijo con potasa cáustica al cual llamó aire mefítico. Hacia 1776 Lavoisier demuestra su carácter de sustancia elemental y en 1789 sugiere el nombre de azote para significar que es un gas opuesto a la vida. Sin embargo el nombre que se aceptó más tarde y llega hasta nuestros días fue propuesto en 1790 por el químico francés Jean Antoine Chaptal (1756-1832) en sus “Éléments de chimie”, para indicar que engendra la sal de nitro (nitrógeno).



Mientras los químicos intentaban racionalizar el problema de la combustión, el inventor inglés William Murdock (1754 - 1839) perteneciente al grupo de ingenieros mecánicos que participaron en las mejoras de la máquina de vapor, se encontraba investigando el aprovechamiento del gas de coque como posible fuente de iluminación. Con tal propósito, Murdock instaló una retorta de hierro en el traspatio de su casa desde donde condujo hasta la sala una tubería que transportaba el gas para alumbrar la habitación. Corría el 1792, y sólo 10 años más tarde, resueltos los problemas de seguridad y de fabricación de los equipos necesarios, la compañía de Bolton y Watt comenzó la empresa comercial de la iluminación artificial con gas de coque.

Ya a fines de la segunda década del XIX, una ciudad como Londres disponía de una red de tuberías de 288 millas que alimentaban a más de 71 mil quemadores.

Imagen: http://histoirechimie.free.fr/Lien/Murdock.jpg

Poco después de los experimentos de Rutherford, Prietsley demostró que luego de largas horas de permanencia de una planta en el seno de aire flogisticado, este resultaba vivificante, pues en él un ratón se mostraba especialmente activo y juguetón. Al mismo tiempo observó que en este aire inicialmente "saturado de flogisto", y luego modificado por la acción de las plantas, los materiales ardían con más facilidad. Desde otro ángulo, estos resultados representaron los primeros indicios de que plantas y animales formaban un equilibrio químico que hacía respirable la atmósfera de la tierra. La enorme significación de este equilibrio ha sido lentamente comprendida por la humanidad. Pero en el siglo XVIII de nuevo la teoría del flogisto impuso una línea de pensamiento que hacía ver la obtención de un aire desflogisticado, la antítesis del aire aislado por Rutherford.

En el verano de 1774, Priestley comprueba que el sólido formado durante la reacción del aire con el mercurio, al calentarse regeneraba el mercurio y se liberaba un gas que podía colectarse por desplazamiento del agua y que mostraba las cualidades correspondientes a su aire vivificante ("un aire desflogisticado"). Es este experimento el causante de la polémica histórica alrededor del descubrimiento del oxígeno.

La interpretación que da Lavoisier a la calcinación de los metales o a la reacción de combustión, a partir de los resultados cuantitativos es bien distinta a la de sus colegas británicos. Los metales no liberan flogisto al calcinarse sino que se combinan con un elemento componente del aire que se corresponde con el aire "puro" y de ahí su incremento en peso. A partir de entonces nombra este nuevo elemento gaseoso como oxígeno. Al componente gaseoso residual de la combustión correspondiente a las cuatro quintas partes en volumen del aire, caracterizado por su relativa inercia química (el aire flogisticado de Black) lo denomina azote. Y por último, al enigmático gas inflamable de Cavendish, capaz de arder produciendo vapores que condensan en forma de gotas de agua, lo llama hidrógeno. Quedaba resuelto así, en términos del reconocimiento de sustancias elementales determinadas, lo que Sthal pretendió asociar con sustancias combinadas con flogisto.

Los trabajos de la Escuela Francesa de la segunda mitad del siglo encabezada por Lavoisier actúan como rampa de lanzamiento del estudio de la Química sobre bases cuantitativas. A partir de ahora queda abonado el camino para la explicación de las reacciones químicas sobre una plataforma atomística.

Al terminar la década de los 70, se había cerrado el capítulo inicial del aislamiento y estudio de las propiedades de los gases comenzado con Boyle el siglo pasado y continuado por los investigadores que llevaron a cabo la Revolución de la Química en el siglo XVIII. Estos progresos tuvieron su reflejo en los primeros pasos en la conquista del ascenso por los aires y el vuelo dirigido por el hombre.

En 1789, casi coincidiendo con la Revolución Francesa, Lavoisier publicó su "Tratado Elemental de Química" en el que expone el método cuantitativo para interpretar las reacciones químicas y propone el primer sistema de nomenclatura para los compuestos químicos del que aún perdura su carácter binomial. Se está asistiendo al nacimiento de un nuevo paradigma como coronación de un proceso revolucionario en el campo de las ideas. Cinco años más tarde fue declarado culpable de corrupción en sus labores como funcionario por un Tribunal de la Revolución Francesa y ejecutado en la guillotina. Su amigo el célebre matemático J. Lagrange diría: "un segundo bastó para separar su cabeza del cuerpo, pasarán siglos para que una cabeza como aquélla vuelva a ser llevada sobre los hombros de un hombre de ciencias".

Imagen: www.uni-giessen.de //~ge1016/publikation/geutherluft/bilder/Lavoisier.jpg

En esta empresa se enrolaron dos físicos experimentales. En 1783, el mismo año en que los hermanos Joseph (1740 – 1810) y Étienne de Montgolfier (1745 -1799) por primera vez "lanzaron" un globo lleno con aire caliente por el cielo parisino, el físico-químico francés Jacques Alexandre César Charles (1746 – 1823) llenó un globo con el hidrógeno de Cavendish y lo liberó para provocar su ascenso y vuelo durante dos horas, recorriendo 43 km. Otro físico francés, Jean-François Pilâtre de Rozier (1756-1785), inauguró la época de los viajes en globo tripulados cuando ascendió primero en un globo cautivo y luego en otro libre.

El siglo XIX traería un nuevo paradigma para el universo físico, el Electromagnetismo; otra vez los más célebres matemáticos aportarían el instrumental para operar con las magnitudes físicas y no pocas veces contribuirían de forma decisiva en la construcción de los significados; la Biología construiría la teoría celular, las leyes de la herencia y las tesis sobre la evolución de las especies, la Química iniciaría un vertiginoso ascenso, en particular hacia la segunda mitad del siglo, con el desarrollo de la síntesis de nuevos materiales que superarían en cierto sentido, a los productos naturales. De todo esto trataremos en el próximo tema.

La primera ley química nace en medio de una fuerte controversia entre dos exponentes de la Escuela francesa, el emigrante Joseph L. Proust (1754 –1826, en la imagen) y Claude Louis Berthollet (1748 – 1822). El primero defendía la composición constante de los compuestos químicos mientras el segundo abogaba por la composición variable en dependencia de la relación en que se ponían a reaccionar las sustancias elementales que lo componen. Los resultados experimentales comprobaron la validez de la ley de Proust, derivándose que, de un polo al otro del planeta, los compuestos químicos presentan idéntica composición. Pero en el siglo XX aparecieron en escena compuestos especiales que en un determinado intervalo la violan. Se demostraba el carácter temporal y relativo del conocimiento científico.

Imagen:Histoire de la Chimie. histoirechimie.free.fr/

En 1783, luego de los progresos alcanzados en el estudio de los gases, aparecen las primeras aplicaciones prácticas que pretenden aprovechar las propiedades de estas sustancias en una conquista acariciada por la humanidad: el vuelo por los aires. Dos físicos franceses tienen un rol protagónico en esta empresa: Jacques Alexandre César Charles y Jean-François Pilâtre de Rozier. El primero archiva el mérito adicional de descubrir en 1787 la relación entre el volumen de un gas y su temperatura conocida como ley de Charles y Gay-Lussac. Pilâtre de Rozier representa un héroe de la técnica pues dos años después de su primer vuelo exitoso que atravesara el Sena, intentó el cruce del canal de la Mancha pero esta vez el accidente producido por el estallido del globo de hidrógeno le costó la vida.

La proeza fue lograda en 1785 por el aeronauta francés Jean P. Blanchard y el científico estadounidense John Jeffries (1744 – 1819). Jeffries fue pionero en la investigación de la atmósfera a diferentes altitudes con el empleo de los globos. A más de dos siglos de estos intentos los globos con radiosonda constituyen una herramienta de rutina en la predicción meteorológica.

Imagen: http://www.uv.es/bertomeu/revquim/instrume/images/globo-charles.jpg

BIBLIOGRAFIA:

Aber, James S. (2007): *Mikhail Vasil'evich Lomonosov*. History of Geology. Earth Science Department. Emporia State University . http://academic.emporia.edu/aberjame/histgeol/lomonos/lomonos.htm

Antón Fos Gerardo M. (2005): Daniel Gabriel Fahrenheit. Epónimos Científicos. Universidad Cardenal – Herrera. Moncada. Valencia. http://www.uch.ceu.es/principal/eponimos_cientificos/Fahrenheit.asp

Archiving Early America (2001): *The autobiography of Benjamin Franklin.* http://earlyamerica.com/lives/franklin/index.html

Beeson Malcolm, Dawson Vicky (2003): *Edward Jenner and smallpox.* Edward Jenner Museum. England. http://www.jennermuseum.com/

Bertemeu J. (2000): *Capítulo III La composición del aire.* Textos clásicos de Historia de la Química. Departament d'História de la Ciència i Documentació. Universitat de Valencia. www.uv.es/~bertomeu/material/clasico/lavoisier.htm

Bowden Mary Ellen (2005): *Chemical Achievers: The human face of the Chemical Science.* Chemical Heritage Foundation.
Forerunners
James Priestley
http://www.chemheritage.org/classroom/chemach/forerunners/priestley.html
Antoine-Laurent Lavoisier
http://www.chemheritage.org/classroom/chemach/forerunners/lavoisier.html
Chemistry of Life
Jan Ingenhousz
http://www.chemheritage.org/explore/life-ingenhousz.html

Braun Eliezer (1992): Electromagnetismo de la Ciencia a la Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.
La Electricidad hasta 1800.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/sec_4.htm
El Magnetismo hasta 1800.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/sec_5.htm

Calinger R. (2000): *Euler, Leonhard*, Escuela de matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
http://euler.ciens.ucv.ve/matematicos/

Giunta Carmen (2003): *Selected Classic Papers.* Le Moyne College. Department of Chemistry.
Experiments on Air. Henry Cavendish. Philosophical Transactions 75, 372 (1785).
http://web.lemoyne.edu/~giunta/cavendish.html
Experiments upon Vegetables, Discovering Their great Power of purifying the Common Air in the Sun-shine, and of Injuring it in the Shade and at Night. To Which is Joined, A new Method of examining the accurate Degree of Salubrity of the Atmosphere. Jan Ingenhousz (1730-1799). London 1779.
http://web.lemoyne.edu/~giunta/Ingenhousz.html

De la Selva, Teresa (1993): *IV. Y en donde se ve que un siglo después de los Principia se enuncia una ley fundamental y nace la Química.* De la Alquimia a la Química. Fondo de Cultura Económica. México. http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/alquimia.htm

Davidson Michael W. (2003): *Pioneers in Optics*. Timeline in Optics. Florida State University.
http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/index.html
Edmund Halley
James Bradley

Díaz Pazos Patricio (2002): *Biografías. A Horcajadas en el Tiempo.*
Pierre-Simon Laplace. http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-p_laplace.htm
William Herschel. http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-w_herschel.htm

Enciclopedia Encarta (2006): *3 La Física a partir de Newton. "Física."* *Microsoft® Encarta®* 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005.
Encarta (2006): *"Juan José Elhúyar y Lubice y Fausto Elhúyar y Lubice." Microsoft® Encarta®* 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005.
EucheMS (2005): *100 Distinguished European Chemists. 18th Century*. European Association for Chemical and Molecular Sciences.
http://www.euchems.org/Distinguished/18thCentury/index.asp
Bergman, Torbern Olof (1735-1784)
Berthollet, Claude Louis (1748-1822)
Black, Joseph (1728-1799)
Cavendish, Henry (1731-1810)
Klaproth, Martin Heinrich (1743-1817)
Scheele, Carl Wilhelm (1742-1786)

Figurovski N.A.(1989): *Historia de la Química.* Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
5. *La Crisis de la Teoría del Flogisto.* 26 – 39. 6. *La Revolución Química. 39 –46.*

Fresquet José L. (2005): *Historia de la Medicina.* Universidad de Valencia. http://www.historiadelamedicina.org/

Galeotti Paolo (1999): Lazzaro Spallanzani (1729 – 1799). Uomo i Scienziato. UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA. Centro Interdipartimentale di Servizi. "Musei Universitari"
http://www.unipv.it/webbio/spalla99/spallanz.htm

Hernández-Falcón J., Ramón F. (2006): *La electricidad estática*. La Electricidad en Biología. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de México.
http://www.facmed.unam.mx/historia/Electricidad.html

Kuznietzov B.G. (1962): *Líneas esenciales en el desarrollo de las ideas físicas del siglo XVIII.*
205 -227. Las ideas básicas de la Física: ensayos sobre su desarrollo. Ediciones Pueblos Unidos. Montevideo.

Martín Landrove Rafael (1997): *Primeras observaciones de los fenómenos eléctricos y magnéticos.* Evolución del pensamiento científico. Departamento de Física. Universidad Central de Venezuela. http://fisica.ciens.ucv.ve/~rmartin/hfishtm/heym1.html#gray1

O'Connor J. J., Robertson E. F. (2000): *Mathematicians born from 1700 to 1749*. School of Mathematics and Statistics. University of St Andrew. Scotland.
http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Indexes/1700_1749.html
Daniel Bernoulli
Charles Augustin de Coulomb.
Leonhard Euler
Benjamin Franklin
Joseph-Louis Lagrange
Georges Louis Leclerc
Gaspar Monge
Overview of the History of mathematics. History Topics.
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/HistTopics/History_overview.html

Peacock Doug (2007): *Understanding the Industrial Revolution.* The full story of the world's greatest social upheaval. Cotton Times.
The Great Inventors. http://www.cottontimes.co.uk/invento.htm
Richard Arkwright
Edmund Cartwright
James Hargreaves and the Spinning Jenny.
Thomas Newcomen
James Watt
The Steam engine
Engineers. http://www.cottontimes.co.uk/engineero.htm
Darby Dynasty
William Murdoch

Petrusson Louise (2004): *Carl Linnaeus*. Botanical History. Department of Phanerogamic Botany. Swedish Museum of Natural History
http://www2.nrm.se/fbo/hist/linnaeus/linnaeus.html.en

Pérez Tamayo Ruy (1997): VI La Medicina en la Edad Barroca (Siglos XVII – XIX). De la magia primitiva a la medicina moderna. Fondo de Cultura Económica. México.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/154/html/sec_14.html

Perich Campana, Danny (2002): *Jean D'Alambert*. Historia de la Matemática. Sector matemática; Municipalidad de Punta Arenas. Chile.
http://www.sectormatematica.cl/biografias/dalembert.htm

Poirier Jean Pierre (1996) : *Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794). LAVOISIER, THE CHEMIST.* Chemistry in the mid-eighteen century.
http://historyofscience.free.fr/Lavoisier-Friends/a_chap2_lavoisier.html

Ribnikov K. (1987): *6. Desarrollo de las partes fundamentales de las matemáticas en el siglo XVIII.* Historia de las Matemáticas. Editorial MIR. Moscú.

Rosell Ned (1996): *Daniel Fahrenheit and Anders Celsius left their marks.* Alaska Science Forum. December 24, 1996. http://www.gi.alaska.edu/ScienceForum/ASF13/1317.html

Sedgley Site (2007): *Abraham Darby: "Ironbridge and the Sedgley connection".*
http://www.sedgleymanor.com/people/abraham_darby.html

Scot-Gaz (2007): *William Murdock, 1754 - 1839.* The Gazetteer for Scotland. University of Edinburgh. http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/SCmurdock.htm

The Eli Whitney Museum (2006): *Eli Whitney: The Inventor.* From: American Science and Invention: A Pictorial History. Mitchell Wilson, Simon and Schuster, New York, 1954; pp. 78-83
http://www.eliwhitney.org/test/inventor.htm

The Open Door Web Site (2006): *John Wikilson (1728 – 1808)*. Iron and Steel Manufacture. The Industrial Revolution.
http://www.saburchill.com/history/chapters/IR/036.html

Universidad Católica de Chile (2004): *XI. Figuras de la Medicina de la Ilustración.* Apuntes de Historia de la Medicina. Escuela de Medicina. Pontificia. Universidad Católica de Chile
http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/Indice.html
http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/IlustracionMorgagni.html

Westfall Richard S. (1995): *Catalog of the Scientific Community in the 16th and 17th Centuries.*
Guillaume Amontons
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/amontons.html
Hermann Boerhaave
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/boerhaav.html
Stephen Gray
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/gray.html
Stephen Hales
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/hales.html
Edmund Halley
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/halley.html
Francis Hauksbee
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/hauksbee.html
Thomas Newcomen
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/newcomen.html
Georg Stahl
http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/stahl.html

Williams S. Henry, Williams H. Edward (1904): *A History of Science,* vol II.
Chapter XI. Newton and the composition of light.
http://www.worldwideschool.org/library/books/sci/history/AHistoryofScienceVolumeII/chap36.html
Chapter XIV. Progress in electricity from Gilbert and Von Guericke to Franklin.
http://www.worldwideschool.org/library/books/sci/history/AHistoryofScienceVolumeII/chap45.html
Part II. The Experiments of Stephen Gray
Part III Experiments of Cisternay Dufay
Part IV: Dufay Discovers Vitreous and Resinous Electricity.
Part VI: The Leyden Jar Discovered

Idem: *A History of Science, Modern Development of the Physical Sciences.* vol III
Chapter I. The successors of Newton in Astronomy.
http://www.worldwideschool.org/library/books/sci/history/AHistoryofScienceVolumeIII/chap2.html
Bradley and the Aberration of Light
French Astronomers
Leonard Euler
Chapter II. The progress of Modern Astronomy.
http://www.worldwideschool.org/library/books/sci/history/AHistoryofScienceVolumeIII/chap6.html
Part X Double Star
Part XI. The Distance of the Stars
Part XII Revelations of the Spectroscope
Chapter VI. Modern Theories of Heat and Light
Part II Count Rumford and the Vibratory Theory of Heat
http://www.worldwideschool.org/library/books/sci/history/AHistoryofScienceVolumeIII/chap43.html

FÍSICOS NOTABLES

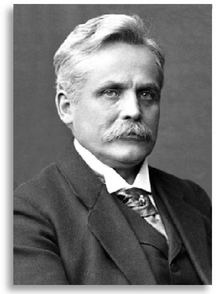
Wilhelm Wien

Nació el 13 de enero de 1864, en Fischhausen, Prusia Oriental (actual Óblast de Kaliningrado), y murió el 30 de agosto de 1928 en Múnich, Alemania.

Ganador en 1911 del Premio Nobel en Física.

Por su trabajo sobre la radiación térmica.

Fuente: Biografías y Vidas - Wikipedia



WILHELM WIEN (1864-1928)

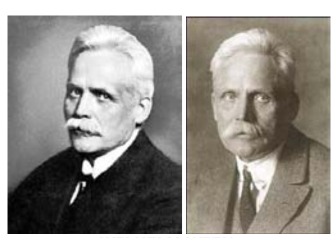
WILHELM CARL WERNER OTTO FRITZ FRANZ WIEN. Físico, considerado de nacionalidad alemana. Estudió en las universidades de Gotinga, Heidelberg y Berlín. En 1886 obtuvo su doctorado con una tesis sobre la difracción de la luz sobre los metales y la influencia de varios metales sobre el color de la luz refractada.

En 1890 pasó a ser ayudante de Hermann Ludwig von Helmholtz en el Instituto Imperial de Física y Tecnología de Charlottenburg. A lo largo de su vida fue así mismo profesor de física en las universidades de Giessen, Wurzburgo y Múnich.

CONFERENCIA SOLVAY DE 1911. WIEN ESTÁ SITUADO EN PRIMER TÉRMINO, SENTADO ASOMANDO LA CABEZA POR DETRÁS DE JEAN BAPTISTE PERRIN Y MARIE CURIE.

Sus trabajos de investigación se ocuparon de diversos campos de la física, como la óptica, la hidrodinámica, las descargas eléctricas a través de gases enrarecidos, y el estudio de los rayos catódicos y la acción de campos eléctricos y magnéticos sobre los mismos.

Realizó también destacables investigaciones teóricas sobre el problema del denominado cuerpo negro, que cristalizaron en el enunciado de una de las leyes de la radiación, que en su honor lleva su nombre: la ley de Wien establece que la emisión máxima del cuerpo negro corresponde a una longitud de onda inversamente proporcional a su temperatura. Wilhelm Wien fue galardonado con el Premio Nobel de Física en el año 1911 por los descubrimientos relativos a las leyes que rigen la radiación térmica.



WILHELM WIEN

Imágenes obtenidas de:

Google

QUÍMICOS DESTACADOS

Marie Curie

Nació el 7 de noviembre de 1867 en Varsovia, Polonia; y murió el 4 de julio de 1934 en la Clínica Sancellemoz, cerca de Passy, Alta Saboya, Francia.

Ganadora del Premio Nobel en Química en 1911.

Por sus investigaciones sobre el radio y sus compuestos.

FUENTES:

- **Convie.wordpress.com (Traducción del francés por Felatelos).**
- **Buscabiografías.**

MARIE CURIE (1867-1934)

El 7 de noviembre de 1867, en un viejo cuarto de Varsovia, nace María Sklodowska, la futura Marie Curie, última de los cinco hijos de los maestros Bronislawa Boguska (madre) , y Wladyslaw Sklodowski (padre). Su padre fue profesor de matemáticas y de física, y su madre, maestra de escuela. El descubrimiento de la filosofía de Auguste Comte, fundador del positivismo y de la sociología, reforzará su pasión por la física y las matemáticas. Su familia sin dinero, más el acceso a los estudios científicos que son raros para una mujer en aquella época, y su decisión de perseguir una carrera científica la confrontarán con dificultades múltiples. Marie deja Polonia para irse a Francia en 1891 donde estudiará matemáticas siguiendo los cursos de dos matemáticos de renombre, Paul Painlevé y Paul Appell, así como los de físicos como León Brillouin y Gabriel Lippmann. Este último, muy impresionado por las facultades de Marie, obtiene para ella la dirección de un estudio sobre la imantación de diferentes tipos de acero. Pero la investigadora, que también consiguió una licenciatura en matemáticas, carece de conocimientos sobre el magnetismo de la materia y esto la llevará a informarse con uno de los especialistas más grandes de la época: Pierre Curie.

Vacilará en aceptar la petición de matrimonio de Pierre Curie, pensando por un momento que tendrá un puesto en la Universidad de Polonia a dónde había regresado. Volverá sobre su decisión y la pareja se casará el 26 de julio de 1895, en Sceaux. De esta unión nacerá en 1897 Irene Curie que, igual que su madre, ganará un premio Nobel de química. El mismo año, emprende investigaciones sobre un nuevo fenómeno que acababa de poner en evidencia Henri Becquerel, habiendo escogido este tema para su tesis de doctorado. Este nuevo fenómeno será bautizado por Marie con el nombre de radioactividad. En 1898 Pierre Curie abandona sus investigaciones sobre la piezoelectricidad, para ayudarle y anunciarán ese mismo año que consiguieron extraer de toneladas de minerales dos nuevos elementos radiactivos, el radio y el polonium. Este descubrimiento les valdrá un premio Nobel junto a Becquerel, en1903. Pierre Curie muere en un accidente en 1906. Marie Curie reemplazará a Pierre en su puesto de profesor en la Sorbona, una gran noticia para la época. En 1909, es nombrada profesor titular en su púlpito de física general, luego de física general y radioactividad.

En 1911 ganará el premio Nobel de química y será la única mujer presente en el congreso mítico de Solvay que se celebrará ese mismo año. Allí, discutirá con Ernst Rutherford y una incipiente joven estrella de la física teórica, Albert Einstein, con quien quedará ligada. Durante la primera guerra mundial, Marie Curie va a implicarse mucho para que la nueva técnica de la radiografía esté disponible para el frente, con el fin de ayudar a los cirujanos para que localicen y extraigan los fragmentos metálicos en el cuerpo de los heridos. Su hija Irene, de solamente 18 años de edad, le ayudará.

Después de la guerra, su ejemplo constituirá una ayuda preciosa en las diferentes luchas por la causa de las mujeres, en particular en el dominio de las ciencias. Se hará una figura popular en los Estados Unidos, dónde hará campaña para cosechar fondos para la investigación científica con el radio. Desgraciadamente, las largas horas de exposiciones a sustancias radiactivas antes de que verdaderamente se conociera la peligrosidad van a conducir a deteriorar su salud. Desarrolla una leucemia.

En 1934, va al sanatorio de Sancellemoz en Haute-Savoie (Alta Saboya) donde fallece el 4 de julio.

MARIE CURIE

Imágenes obtenidas de: Google

Escritos del Postgrado

ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

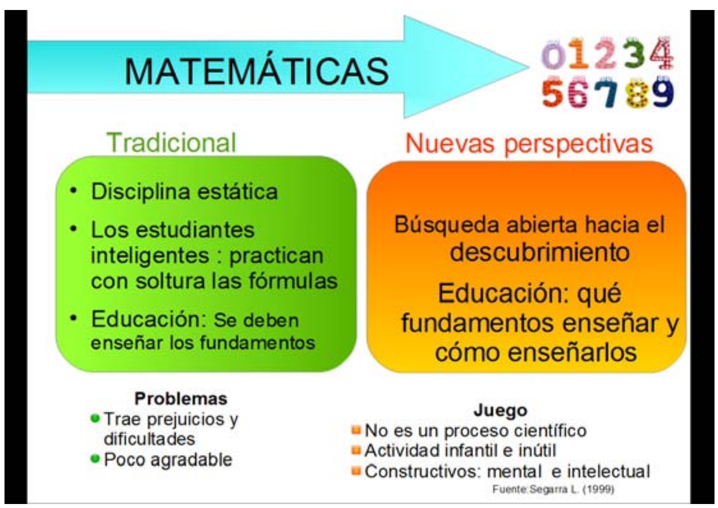
“Educación Infantil: Matemáticas y Juegos”

Por: **FANNY M. ARÉVALO P. – C. I. Nº: 12.204.224 > Diciembre 2015**
Cel.: 0416-8788327 – E-mail: fannymararevalo@gmail.com

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC

Tradicionalmente, la matemática es una disciplina estática, basada en fórmulas aprendidas en las asignaturas, por lo que los estudiantes inteligentes son aquellos que las practican y dominan con soltura. Por ello, en la educación matemática se deben enseñar los fundamentos para que se hagan incursiones en nuevos campos y se generen nuevas aplicaciones.

En las nuevas perspectivas, la pauta va dirigida a una búsqueda abierta hacia el descubrimiento, donde en la educación matemática se piense qué fundamentos enseñar y cómo enseñarlos; ya que las prácticas tradicionales no pueden preparar a los estudiantes para desenvolverse en un entorno con rápido avance tecnológico.



Segarra, Ll. (1999) en su artículo publicado en Aula de Innovación Educativa, señala que en matemática existen dos palabras que no pueden expresar su verdadero significado: problemas y juegos. Tradicionalmente cuando se emplea la palabra problema los estudiantes reaccionan con poco agrado e interés, ya que la misma trae consigo prejuicios y dificultades. De igual manera, la palabra juego no se entiende como un proceso científico que permitirá la resolución de problemas, por lo que se considera una actividad infantil e inútil. Sin embargo, los juegos matemáticos son los cimientos para los diversos procesos de investigación y del razonamiento matemático, por lo que resultan ser constructivos desde el punto de vista mental e intelectual.

Los juegos en el aprendizaje de las matemáticas han adquirido importancia y relevancia en los últimos años, y en el campo de la didáctica, especialmente en educación infantil donde los juegos de estrategias se emplean para la enseñanza de la resolución de problemas.

Entonces los juegos matemáticos ayudan al desarrollo cognitivo del niño, ya que permite el conocimiento de sí mismo, las exigencias no son complicadas al momento de realizar operaciones mecánicas y de razonamiento, además, a medida que se desarrollan los juegos, los niños pueden elaborar estrategias, haciéndose protagonista de su aprendizaje cuando encuentran soluciones a los retos planteados, ya que es necesario que se permitan hacer preguntas y escuchar opiniones, lo que lo ayuda a conectar nuevos conocimientos.

Los diferentes juegos no deben ser propuestos a la fuerza, por lo que en educación infantil se trabaja con rincones lúdicos y dinámicos, donde cada niño y niña va formulando su pensamiento lógico a partir de la manipulación directa de diversos materiales y objetos; donde deben crear, imaginar, hacer, deshacer, imitar, probar, discutir con los compañeros los posibles resultados, equivocarse, seriar, clasificar, ordenar, entre otros. Como no todos los niños y niñas maduran al mismo tiempo, los rincones lúdicos cuentan con diversos juegos con distintos grados de dificultad para que cada uno avance según su nivel.

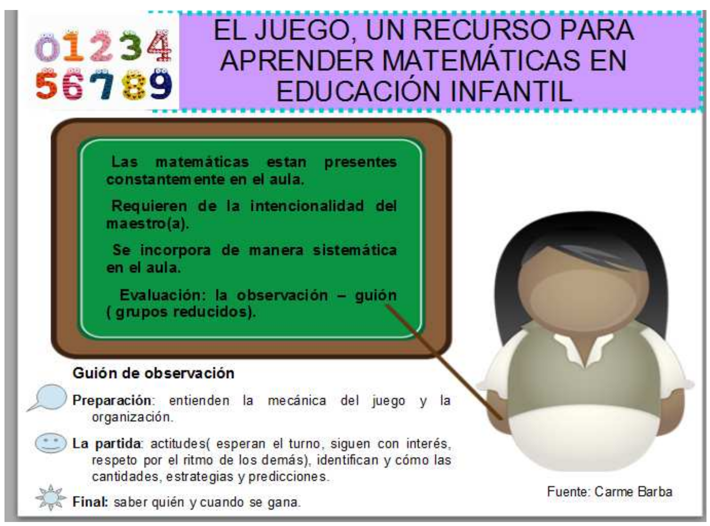
Un ejemplo es el juego Tienda y Cocina, el cual está pensado para desarrollarse en dos ambientes (la tienda y la cocina), requiere de seis (06) niños y niñas, dos (02) para la tienda y cuatro (04) para hacer de compradores. Consiste en un juego de imitación, en el que los niños van a imitar a los vendedores, compradores y cocinaran alimentos reales pero sólo platos fríos. En este juego se trabajan los aspectos matemáticos relacionados con numeración, medidas de capacidad y peso, el cálculo mental y se inicia a los niños en la operación suma. Se presentan dos variantes P4 (edades entre 4 y 5 años) y P5 (edades de 5 y 6 años).

En el P4, los niños y niñas que hacen de compradores se dirigen a la tienda a comprar los alimentos y luego se retiran a la cocina a inventar una receta, mientras que la función de los vendedores es pesar, contar y despachar los alimentos solicitados en los recipientes apropiados, así como cobrar.

En el P5, los niños que hacen de vendedores realizan la misma función que en P4 con la variante que al final totalizan la compras realizadas y para ello pueden emplear una calculadora; los niños y niñas que hacen de compradores previamente escogen una receta de un recetario que ha sido elaborado en conjunto con la docente, y que está conformado de imágenes y fotos que permitan mostrar con claridad los alimentos, los materiales requeridos y los pasos que se han de seguir; entonces se dirigen a la tienda compran y se van a la cocina a preparar la receta elegida.

Barba, C. (1999) señala que el juego es considerado un recurso para aprender matemáticas en educación infantil, ya que están presentes en cada instante en el aula (desde que se forman para entrar, cuando se pasa lista, se cuentan los asistentes, entre otros) pero requiere de la intencionalidad del maestro para se promueva el aprendizaje, por lo que debe incorporar el juego sistemáticamente dentro del aula para que de forma lúdica los niños puedan avanzar desde su propio punto de partida.

Para la evaluación de los aprendizajes, es recomendable utilizar como técnica la observación y como instrumento de recolección de información el Guión de observación; estos han de aplicarse en grupos pequeños o reducidos, y para la elaboración y llenado del guión se deben considerar las tres fases de las actividades: **Preparación:** para observar si los niños y niñas entienden la mecánica del juego, es decir, las normas y reglas del mismo, y como se organizan par dar inicio al juego(quién, cuándo y por qué se iniciara la partida). **La partida**: para estar pendiente de todas las actitudes mostradas tales como: si esperan el turno, si muestran respeto por el ritmo que presentan los demás jugadores, si mantienen el interés en el juego cuando ellos no están participando, si identifican las cantidades y cómo, qué estrategias emplean y si realizan predicciones de quienes pueden ganar o perder el juego. **El final**: si saben quién gana y cuándo se gana.



A manera de conclusión, el juego es considerado una actividad básica en el nivel de educación infantil, ya que los aspectos matemáticos inmersos en estos responden a una finalidad; porque permiten que los niños asuman actitudes importantes para la socialización por lo que es muy recomendable que se estimule a una comunicación constante y activa en el juego, dar y oir las opiniones de los demás compañeros, lo que a su vez permite el intercambio de estrategias y conocimientos, así pueden modificar el proceso de aprendizaje a medida que se avanza y cuando se adquiere el hábito en el juego, el grupo tiende a tomar decisiones propias sobre quién debe iniciar y quienes siguen, y hasta pueden agregar nuevas reglas o variantes al juego. Como ejemplos de juegos que promueven el aprendizaje matemático se pueden sugerir los juegos de desplazamiento en un tablero ya que permiten atenuar las dificultades de coordinación entre lenguaje y elementos, cuando se solicita moverse tantos espacios según lo establecido en el dado o la tarjeta. Los juegos que emplean dados, el dominó, el bingo y memoria permiten adquirir la noción de número y cantidad, y en el caso en que los niños no tengan claro el concepto de cantidad se recomienda el juego de los bolos, donde se les solicite apuntar las anotaciones realizadas.

REFERENCIAS

López, F. (2002). *La resolución de problemas en matemáticas. Teoría y experiencias: Claves para la innovación Educativa.* Editorial Laboratorio Educativo, Graó: Caracas, Venezuela.

DATOS DE LA AUTORA:

Fanny M. Arévalo P. Natural de la ciudad de Barinas, edo. Barinas, Venezuela. Fecha de nacimiento: 13 – 07- 1975. Ingeniero en Computación, egresada de la Universidad Fermín Toro (1999). Profesora en Informática, egresada de la UPEL-IMPM (2012). Especialista en Tecnología de la Computación en Educación, egresada de la Universidad de Carabobo (2014). Docente contratada en la UNELLEZ – VPDS, en el programa de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología, en la carrera Ingeniería en Informática. Docente por horas en la Escuela Técnica Comercial Raimundo Andueza Palacio, en la mención Informática.

Escritos del Postgrado

ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

"La resolución de problemas en matemática (una visión constructivista)"

Por: **MAIRA MENDOZA – C. I. Nº: 21.455.599 > Diciembre 2015**
Cel.: 0412-4659627 E-mail: mairamendoza1503@gmail.com

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA – FACE - UC

Existen diferentes problemáticas que impiden que el proceso de enseñanza de la matemática no sea el más eficaz, dentro de las diferentes barreras que se pueden presentar se encuentran manejo del lenguaje, y el significado que le dan los estudiantes a las operaciones, si bien estos pueden operar desde el punto de vista aritmético de una forma correcta solo unos pocos lograrán determinar cuándo y cómo estas operaciones serán las idóneas para el manejo de la resolución de problemas.

Muchas personas pueden manejar correctamente diversos elementos matemáticos, e incluso aplicarlos en los diferentes problemas planteados en clase por el docente, pero si se realizara algún cambio sintáctico, es muy probable que los estudiantes no posean las herramientas de carácter lógico para discernir, las diferentes formas en las que un contenido matemático puede ser aplicado, algo que causa gran peculiaridad es el poco dominio que tienen ellos acerca de la propiedad inversa que tiene cada operación, viéndolo muchas veces como artificios, como si se tratara de un mago que saca su conejo del sombrero, y no de una cuestión netamente resultante del manejo correcto desde el punto de vista teórico- formal de los diferentes teoremas, axiomas y corolarios presentes en la enseñanza.

A todos estos factores se deben sumar esa dificultad de transferir lo que se enseña, a los problemas reales de los estudiantes, y más complejo aun es que ellos por cuenta personal puedan ejecutar esta transferencia y logren una coherente y clara resolución de problemas. Una de las alternativas de solución que sería prudente considerarse es utilizar diferentes herramientas lúdicas, que permitan que la enseñanza de la matemática sea de forma activa, y que específicamente la resolución de problemas pueda ejecutarse de la manera más creativa y dinámica posible, donde resolver problemas, actividad que por cierto es muy propia del ser humano, pueda desempeñarse de la forma más armónica posible.

La sociedad actual demanda una nueva enseñanza de la matemática, una donde los problemas no sean observados con prejuicios sino por el contrario, que representen una vía para la resolución de diferentes situaciones que puedan presentarse; sin embargo una de las vías más notorias para poder solucionar esta predisposición es que nuestros estudiantes, puedan aprender jugando, es decir que puedan distinguir el lado placentero del aprendizaje, y que a través de diferentes herramientas y por supuesto manteniendo "el cálculo", se pueda dejar atrás la matemática clásica, y la resolución de problemas sin sentido de la realidad y se puedan considerar problemas realmente prácticos

Las alternativas de enseñanza lúdica son incontables, y más para un área como la matemática que se encuentra en todo lo que vivimos, lo que el docente debe conocer cuáles son los aspectos que se deben manejar según el nivel de conocimiento, pues no será igual enseñar a niños de un nivel inicial, que a jóvenes que se desarrollan en un nivel superior como diversificado, por esto se sugiere la consideración de los siguientes aspectos por nivel.

✓**Algunos aspectos a considerar en la resolución de problemas matemáticos en educación infantil:**

La resolución de problemas matemáticos en el área infantil debe estar orientada, a interrelacionar los elementos de las actividades cotidianas con la enseñanza, es decir dependerá en gran parte de la intencionalidad que tenga el docente a la hora de la enseñanza, pues en tareas dentro de los espacios de las áreas del saber, se podrán distinguir por todos lados diferentes operaciones matemáticas. Contar, medir, ordenar y clasificar, son las primeras actividades que permitirán desarrollar la noción de número en los estudiantes, y permitirán los primeros pasos a la asociación cantidad-espacio.

La forma más práctica de enseñanza en este nivel, es la utilización en todo momento del recurso lúdico como fuente del aprendizaje, se sugiere que los docentes deberán trabajar con grupos de trabajos integrados por los estudiantes, donde al proponer un juego se deberá repasar mediante, la observación sistemática, con sus debidos instrumentos de evaluación, los aspectos de evolución que tengan los niños y niñas durante su participación progresiva en cada uno de estos.

Antes de iniciar la actividad lúdica es importante, que los docentes al momento tengan claro a donde quieren llegar con estas y cuáles son los diversos materiales y el uso que deben tener por parte de los estudiantes para llegar la meta que se establece, durante el desarrollo de las actividades lúdicas, se debe considerar que el niño, haga el reconocimiento de los elementos matemáticos presentes en la actividad, estos deberán ser introducidos por el docente de acuerdo al nivel a evaluar y determinar si estos son capaces de hacer predicciones a la hora de jugar, para finalizar será necesario verificar si estos son conscientes de si ganaron o perdieron, si lograron obtener las metas, se sugiere que dentro de los instrumentos se deje un espacio en blanco determinado como observaciones, en el mismo se destacaran las incidencias en la participación de los estudiantes.

Para concluir, será necesario el fortalecimiento de la participación organizada en cada rutina a ser desarrollada, pues mediante esta se dará un real acercamiento por parte de los estudiantes a las matemáticas, y los hará más estables y seguro a la hora de enfrontarse a resolución de problemas de mayor nivel de complejidad en el campo de matemática.

✓ **Algunos aspectos a considerar en la resolución de problemas matemáticos en educación primaria:**

Una de las claves que se tienen a la hora del abordaje de la resolución de problemas de educación matemática en el nivel de primaria, es el uso de la experimentación, entiéndase esta como la capacidad de crear, inventar y tomar los elementos del entorno para darle solución a los diferentes problemas que se presentan, descubrir e ingeniar nuevos caminos de soluciones en la matemática.

Es importante destacar que en estos niveles lo importante es desafiar la inventiva de los jóvenes, y que esta no se limite específicamente a un grupo reducido y determinado de estudiantes, para eso se deberá como todo tener una intencionalidad en cuanto a lo que se desea que ellos descubran, pues si bien es el primer paso, si bien descubrir es importante, si no existe la supervisión adecuada esto no será suficiente para generar el aprendizaje.

Las actividades a desarrollar deben estar caracterizadas por cierto atractivo que gane la atención de los estudiantes así como, de forma creativa promover en los estudiantes el desarrollo de las capacidades del análisis y empleando diferentes materiales de forma abierta, estas se realizarán en tiempos determinados por el docente y deberán conllevar a la participación activa en discusiones por parte del alumnado, donde el docente será un mediador y regulador de las situaciones y las pistas que lleven a su resolución.

Durante el desarrollo de estas actividades el docente deberá discriminar los posibles errores en cuanto a las dimensiones del cálculo (operaciones aritméticas, protocuantividad, entre otras) y las que se refieren al nivel de razonamiento lógico a la hora de interpretar un enunciado, que juntas darán al estudiantes las capacidades de resolver problemas, por lo que se sugiere que el docente maneje diversas actitudes antes, durante y después de cada clase de matemática.

Antes de comenzar cada clase el docente deberá plantearse si la tarea a llevar a cabo logrará despertar el interés de todos los presentes, así mismo esta debe ser un instrumento para medir los conocimientos previos que se poseen, se deberán organizar los grupos de trabajo y materiales y la distribución que tendrán los mismos en el aula de clase, durante el desarrollo de la misma el docente moderará las participaciones las cuales deben ser equitativas y acordes al ambiente pedagógico, se deberán respetar los momentos de reflexión de los estudiantes durante los silencios, y se tomarán los errores como oportunidades para mejorar fallas colectivas.

Al terminar cada actividad será necesario aclarar los errores sin hacer identificaciones personales, los mensajes de corrección deben ser positivos incitando a la mejora y a la participación creativa, permitiendo que estos puedan transferirlos a otras situaciones fomentando la funcionalidad de los aprendizajes.

✓**Algunos aspectos a considerar en la resolución de problemas matemáticos en educación secundaria:**

Lo principal que se debe considerar es que en este nivel, los estudiantes son capaces de formar conocimientos propios obtenidos a través de la experiencia, donde ellos deberán generar dichas experiencias y a través de la discusión crítica y el uso de estrategias metacognitivas, que les permitan obtener el aprendizaje, por lo que resulta necesario la modificación de la naturaleza que se viene manejando durante la enseñanza del contenido matemático.

Por lo que se debe representar situaciones donde la resolución de problemas debe basarse en la comprobación, argumentación y discusión de hipótesis, contribuyendo al desarrollo de las bases lógicas del cerebro de los estudiantes, se debe fomentar así en estos una competencia sana, donde el ideal del aprendizaje donde se sugiere durante las clases que el aprendizaje se aborde bajo los siguientes planteamientos:

- ✓ Se deben presentar situaciones problemas que generen conjeturas en los estudiantes
- ✓ El aprendizaje debe ser social y colaborativo, donde todos tengan la oportunidad de plantear sus opiniones en cuanto las conjeturas planteadas
- ✓ La resolución de problemas debe desarrollarse desde lo particular a lo general
- ✓ Las matemáticas deben ser apreciadas por el estudiante, mediante estas estrategias como un medio de organización, distracción, relajación y análisis de diversas situaciones.

En líneas generales lo importante en estas estrategias es que se pueda desarrollar en los estudiantes el valor a las matemáticas como una herramienta y no como un obstáculo en su formación académica.

DATOS DE LA AUTORA:

Maira Alejandra Mendoza Calzada. Natural de Bejuma, edo. Carabobo. Venezuela. Fecha de Nacimiento: 15-03-1992. Licenciada en Educación Mención Matemática (Universidad de Carabobo). Actualmente cursando Maestría en Educación Matemática. Se ha desempeñado como docente en Universidad Nacional Experimental De La Fuerza Armada Nacional Bolivariana (U.N.E.F.A), y en las Instituciones Educativas: U.E "Colegio Valle Verde" (Matemática y Física), U.E CNEL (b) "ADOLFO VALBUENA BRAVO" (Matemática y Desarrollo de habilidades del pensamiento – DHP) y LN "ANTONIO M. LETTERON" (Matemática y Física).

El hombre que descubrió el cáncer dijo "algo" que nunca oirás decir a un doctor

Documento en línea. Fuente: El Ciudadano > 20 de Mayo de 2015

Dr. Otto Heinrich Warburg, nació en Friburgo de Brisgovia el 8 de octubre de 1883 y murió en Berlín el 1º de agosto de 1970; ambas localidades en Alemania.

EL DR. OTTO H. WARBURG RECIBIÓ EL PREMIO NOBEL POR DESCUBRIR LA CAUSA DEL CÁNCER. HAY UN ASPECTO DE NUESTRO CUERPO QUE ES LA CLAVE PARA LA PREVENCIÓN DEL CÁNCER: LOS NIVELES DE PH [1].

Lo que el Dr. Warburg descubrió es que cuando hay una falta de oxígeno, las células cancerosas se desarrollan. Como dijo el Dr. Warburg: "Todas las células normales necesitan el oxigeno, pero las células cancerosas pueden vivir sin oxígeno", es una regla sin excepción. Privar a una célula del 35% de su oxígeno durante 48 horas puede hacer que se convierta en cancerosa. "Por lo tanto las células cancerosas, no pueden vivir en un estado altamente oxigenado, como el que se desarrolla cuando los niveles de pH de nuestro cuerpo son alcalinos, y no ácidos.

La mayoría de las dietas hoy en día promueven la creación de exceso de ácido en nuestro cuerpo, lo que afecta a los niveles de pH [2] naturales de nuestro cuerpo, que son de una naturaleza ligeramente alcalina y los convierte en ácidos. El mantenimiento de un nivel de pH alcalino puede prevenir problemas de salud como el cáncer, la osteoporosis, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y el reflujo ácido.

El consumo de alimentos procesados como los azúcares refinados, los cereales refinados, los alimentos transgénicos y otros alimentos no naturales puede llegar a producir que tengamos un nivel de pH que apoya el desarrollo de estas enfermedades, y conduce a la mala salud en general. De hecho, la mayoría de las enfermedades y afecciones que son comunes hoy en día como los parásitos, las bacterias y los virus provienen de un nivel de pH demasiado ácido.

Hay un remedio natural que puede utilizar en casa, que es simple y fácil de conseguir. Todo lo que necesitas es 1/3 de una cucharada de bicarbonato de sodio, y 2 cucharadas de jugo de limón o vinagre de manzana. Mezcle los ingredientes en un vaso de agua fría, y revuelva bien. El bicarbonato de sodio reacciona con el zumo de limón o con el vinagre de manzana y comienza a burbujear. Beba la mezcla. Esta combinación reducirá naturalmente los niveles de pH de su cuerpo y prevendrá enfermedades asociadas a un nivel de pH ácido. Mantener un nivel de pH saludable hará maravillas en su salud, y notara los resultados solo después de sólo unos pocos días de tratamiento…

Enviado vía facebook por: Prof. Ángel Moreno. Guacara-Carabobo.

---

1 El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones. Matemáticamente se calcula como el opuesto del logaritmo en base 10 o el logaritmo negativo, de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es:

$$pH = -Log_{10}\left[a_{H^+}\right] = -Log\left[a_{H^+}\right]$$

2 El pH se avalúa en una escala que va del 1 al 14; 1 (uno) es el estado más ácido del pH; 7 (siete) es el estado neutro del pH y 14 (catorce) es el más alcalino.

GALERÍA

SIJUE WU

Nació el 15 de Mayo de 1964 en China.

Imágenes obtenidas de:
Google

Sijue Wu realizó sus estudios de escuela y educación universitaria en China. Estudió en la Universidad de Beijing, obteniendo su primer título en 1983 y una maestría en 1986. Incluso, antes de obtener la maestría, ella ya había realizado la publicación de un trabajo, titulado *Hilbert transforms for convex curves in* R^n. Ella viajó a Estados Unidos para llevar a cabo investigaciones. Realizó sus estudios doctorales en la Universidad de Yale con Ronald Raphael Coifman como su tutor de tesis. Presentó su tesis, *Nonlinear Singular Integrals and Analytic Dependence,* en 1990 obteniendo así el doctorado. Comienza la introducción a su tesis de la siguiente manera:

> *Esta tesis se compone de tres partes interrelacionadas: operadores w-Calderón-Zygmund, una caracterización olita para espacios ponderados de Hardy y la dependencia analítica de superficies mínimas en sus fronteras.*

Después de obtener su doctorado, Wu fue nombrada como Instructora Courant en el Courant Institute de la Universidad de Nueva York. Ella fue miembro del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton en el otoño de 1992 y luego fue nombrada Profesor Asistente en la Universidad Northwestern, manteniendo este cargo durante cuatro años hasta 1996. Sus publicaciones durante este período incluyen: *A wavelet characterization for weighted Hardy spaces* (1992); (con Italo Vecchi), *On* L^1*-vorticity for* 2-*D incompressible flow* (1993); *Analytic dependence of Riemann mappings for bounded domains and minimal surfaces* (1993) y *w-Calderón-Zygmund operators* (1995). Después de pasar el año 1996-1997 como miembro del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, fue nombrada como Profesora Asistente en la Universidad de Iowa. En 1997 publicó el importante trabajo *Well-posedness in Sobolev spaces of the full water wave problem in* 2-*D*. Shu Ming Sun inicia un informe muy informativo de la siguiente manera:

> *Todo el mundo está familiarizado con el movimiento de las ondas de agua en la experiencia cotidiana, y ha habido una riquísima variedad de fenómenos observados del movimiento de estas ondas. Sin embargo, las ecuaciones completas que rigen el movimiento de las olas son notoriamente difíciles de trabajar debido al límite libre y la no linealidad inherente, que son atípicas y no locales. Aunque muchos tratamientos aproximados, como la teoría lineal y teoría de aguas poco profundas, así como los cómputos numéricos, se han utilizado para explicar muchos fenómenos importantes, ciertamente es de importancia para el estudio de las soluciones de las ecuaciones que incluyen los efectos descuidados por modelos aproximados. El fondo del problema totalmente no lineal es uno de los principales problemas matemáticos en dinámica de los fluidos. Aquí, se considera el movimiento de las ondas de agua de irrotacional bidimensionalidad, incompresible y no viscoso bajo la influencia de la gravedad.*

Promovida a Profesora Asociada de Iowa en 1998, Wu fue nombrada Profesora Asociada en la Universidad de Maryland, de College Park, en 1998. La Universidad anunció su nombramiento como sigue:

> *Sijue Wu viene de la Universidad de Iowa. Su centro de interés investigativo es el análisis armónico y las ecuaciones diferenciales parciales, en particular las ecuaciones no lineales de mecánica de los fluidos. Su trabajo reciente se refiere al problema de la onda del agua completamente no lineal y al movimiento del flujo de dos líquidos en general.*

En el 107ª Reunión Anual de la Sociedad Matemática Americana en enero de 2001 en Nueva Orleans, Wu recibió el Premio Satter 2001. En la notificación del premio se puede leer [Referencia 1]:

> *El Premio Ruth Lyttle Satter en Matemáticas otorgado a Sijue Wu por su trabajo en un problema de larga data en la ecuación de la onda de agua, en particular por los resultados en sus trabajos (1) "Well-posedness in Sovolev spaces of the full water wave problem in 2-D" (1997); y (2) "Well-posedness in Sobolev spaces of the full water wave problem in 3-D" (1999). Mediante la aplicación de herramientas del análisis armónico (integrales singulares y álgebra de Clifford), ella demuestra que la condición signo de Taylor siempre se mantiene y que allí existe una solución única a las ecuaciones de onda de agua para un intervalo de tiempo finito cuando el perfil de la onda inicial es una superficie de Jordan.*

De este trabajo (Referencia 2) Emmanuel Grenier escribe:

> *En este muy importante trabajo, la autora investiga el movimiento de la interfaz de una ola de agua 3D irrotacional, incompresible y no viscoso, con una región de aire por encima de una región de agua y de tensión superficial cero.*

En su respuesta Wu agradeció a sus maestros, amigos y colegas, haciendo especial mención de su tutor de tesis Ronald Coifman por el constante apoyo que le había dado ella y a Lihe Wang por su amistad y su ayuda.

También en 2001 Wu recibió una Medalla de Plata Morningside en el Congreso Internacional de Matemáticos Chinos, celebrado en Taiwán en diciembre:

> *… por su establecimiento de buenos fundamentos locales en cuanto a los problemas de onda de agua en una clase de Sobolev en dimensiones de espacio arbitrario.*

En agosto de 2002 Wu fue que oradora invitada en el Congreso Internacional de Matemáticos celebrado en Beijing, donde dio expuso la conferencia *Recent progress in mathematical analysis of vortex sheets*. Ella ofreció el siguiente Resumen sobre su conferencia:

> *Consideramos la propuesta de la interfaz de separación de dos dominios del mismo fluido que se mueven con velocidades diferentes a lo largo de la dirección tangencial de la interfaz. Suponemos que los fluidos que ocupan los dos dominios son de densidades constantes que son iguales, no viscosos, incompresibles e irrotacionales, y que la tensión superficial es cero. Discutimos resultados sobre la existencia y unicidad de soluciones para datos, la regularidad de las soluciones, la formación de singularidad y la naturaleza de las soluciones después del tiempo de formación de la singularidad.*

A Wu se le otorgó una beca para estudios avanzados en el Radcliffe Institute por el año académico 2002-2003. Su proyecto *Mathematical Analysis of Vortex Dynamics* fue descrito en el anuncio del premio [2]:

> *Recientemente, las investigaciones de Wu se han centrado en las ecuaciones no lineales de dinámica de fluidos. Usando la técnica de análisis armónico, estableció buenos fundamentos locales para el problema completo de la ola de agua en dos y tres dimensiones. Esto ha resuelto un problema de larga data. Como becaria del Radcliffe, Wu continúa su estudio de la dinámica de la hoja de vórtice, un fenómeno que surge de la mezcla de fluidos, tal como ocurre durante los despegues de aviones. Una hoja de vórtice es la interfaz que separa los dos dominios del mismo líquido a través del cual el componente tangencial del campo velocidad es discontinuo. Lograr una mejor comprensión del movimiento de una hoja de vórtice requiere modelos matemáticos adecuados; el objetivo a largo plazo de Wu es establecer un modelo exitoso. También va a trabajar en el problema de la capa límite, otro problema ocasionado por la dinámica de fluidos.*

Un resultado de este proyecto y de una beca NFS lo obtuvo para 2004-2009, representó su trabajo *Mathematical analysis of vortex sheets* (2006). Helena Nussenzveig Lopes inicia un informe de este documento explicando qué son las hojas de vórtice:

> *Las hojas de vórtice son un modelo idealizado de flujos sometidos a intenso cizallamiento. En los flujos planares son matemáticamente descritas como curvas a lo largo de la cual la velocidad es tangencialmente discontinua. Las hojas de vórtice se presentan en una amplia gama de problemas de la física, y por lo tanto, es de fundamental importancia entender su evolución. Las ecuaciones de Birkhoff-Rott proporcionan una descripción matemática de la evolución de una hoja de vórtice. Sin embargo, ellos han demostrado que es una proposición débil en varios espacios de función. Es un problema abierto desde hace mucho tiempo determinar un espacio de función en el cual estas ecuaciones están bien planteadas, o, alternativamente, para describir la evolución más allá de la formación de singularidad; este es el problema abordado en el presente trabajo.*

Wu fue nombrada Profesora Robert W. y Lynne H. Browne de Matemáticas en la Universidad de Michigan y pronunció su conferencia inicial *Mathematical Analysis of Water Waves* el 29 de octubre de 2008. La Cátedra Browne reconoce las contribuciones sobresalientes de Wu a la ciencia y la enseñanza.

Finalmente, es de mencionarse que su reciente trabajo de importancia se titula *Almost global wellposedness of the 2-D full water wave problem* (2009).

Referencias.-

Artículos:

1. 2001 Satter Prize, *Notices Amer. Math. Soc.* 48 (4) (2001), 411-412.
2. 2002-2003 Radcliffe Institute Fellows, Sijue Wu, Mathematics, Mathematical Analysis of Vortex Dynamics. http://www.radcliffe.edu/fellowships/fellows_2003swu.aspx

---

Versión en español por R. Ascanio H. del artículo en inglés de J. J. O'Connor y E. F. Robertson sobre "Sijue Wu" (Febrero 2010).
Fuente: MacTutor History of Mathematics [http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Wu.html]