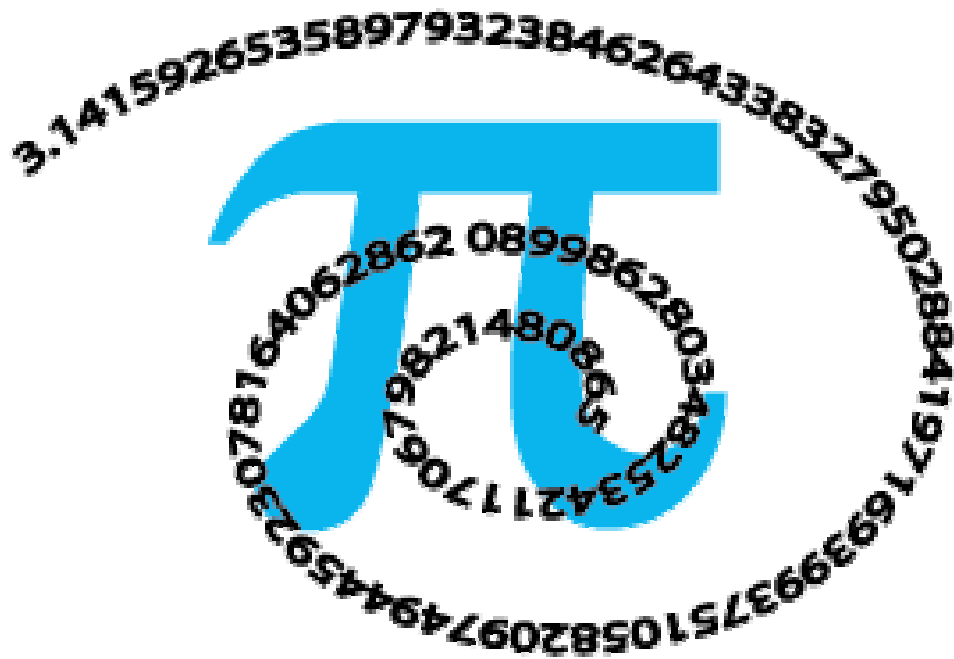


PI I ENTORN



Cristian Rovira Cervera

Tutor: Josep M^a Moreno

I.E.S Antoni Pous i Argila

Manlleu, Gener 2005

Index

Índex	2
Agraïments	3
0. Introducció	4
1. Orígens del número pi	4
1.1. Els Egipcis	6
1.1.1. Els papirs matemàtics	9
1.1.1.1. El papir Rhind	9
1.1.1.2. El papir de Moscou	10
1.2. Arquímedes	11
1.3. Pensadors de l'època	12
1.3.1. Epicur de Samos	12
1.3.2. Zenó	13
1.4. Matemàtics àrabs i xinesos	15
2. L'evolució del número pi al llarg dels segles XVI-XVIII	16
2.1. William Jones	16
2.2. Euler	17
2.3. Johan Heinrich Lambert	18
2.4. Descartes	19
2.5. Leibniz	20
2.6. Wallis	21
2.7. Newton	22
3. Algoritmes del número pi	25
3.1. Un senzill algoritme de càlcul del número	25
4. Nombre pi i alguns decimals	28

5. Curiositats del número pi.....	36
5.1. Poemes	36
5.2. Maneres de recordar el nombre pi.....	37
5.3. Pel·lícula del sobre el nombre PI	38
6. Pi a la xarxa.....	39
7. Conclusions	42
8. Bibliografia.....	43

Agraïments

Aquest treball ha estat possible gràcies a la col·laboració del meu professor de matemàtiques i tutor d'aquest treball de recerca, Josep Maria Moreno, que amb les seves orientacions i ajudes m'han servit per poder portar-lo a terme.

També m'agradaria donar les gràcies a la meva família que m'han ajudat molt amb els seus ànims, en els moments més difícils d'aquest treballi als meus amics que amb les seves influències i ajuts, ha sigut més fàcil realitzar aquest treball de recerca

Moltes gràcies!

0. Introducció

Fer un treball de recerca suposa molta feina i moltes hores de dedicació. Per tant, és evident que per triar el tema del treball, cal pensar en un tema que t'agradi, ja que t'obligarà a buscar informació, redactar-lo i donar-li la forma que creguis més adient. A l'hora de triar el tema també has de tenir en compte que sigui un tema d'interès per tu, que quan i trobis dificultats les puguis superar amb aparent facilitat i en part que també t'ajudi a enriquir la teva ment sobre allò que tu t'agradi més. Per això jo he triat el tema del nombre pi.

El perquè vaig triar aquest treball, és fàcil, ja que a mi des de petit m'han agradat molt els nombres, i en particular els infinits, i ara que tenia l'oportunitat de saber alguna cosa més sobre un d'aquests nombres, vaig dir de seguida que volia fer el treball sobre un d'aquests nombres, el nombre pi. I crec també, que m'ajudarà en un futur no molt llunyà, ja que m'agradaria cursar la carrera de matemàtiques, i per tant em pot servir de gran ajuda.

Quan vaig decidir fer aquest treball no sabia sobre quins temes ens basaríem, però el que tenia molt clar era que volia saber més sobre aquest nombre tan peculiar i fascinant. I després de parlar amb el professor Josep M^a Moreno que m'ha ajudat en aquest treball tan llarg, vam decidir que parlariem de tot el que trobéssim que estigues relacionat sobre el nombre pi.

Quan vaig començar a fer-lo no sabia ben bé com iniciar el treball, ja que era la primera vegada que feia un treball d'aquest tipus, però una cosa tenia clara, tenia que començar el més aviat millor, ja que tenia ganes de saber més coses sobre pi, un nombre que sempre m'ha fascinat a tots els matemàtics.

Fer un treball, sempre és difícil, i si és un treball de recerca encara més, ja que t'has d'estar moltes hores buscant informació. En el cas del nombre pi, per realitzar el treball, vaig pensar, junt amb el professor que m'ajuda a realitzar-lo, que primer parlariem una mica del que a set la seva història, com a anat evolucionant al llarg de les èpoques, des de l'antic Egipte, fins l'època actual, passant per els àrabs, xinesos i fins i tot per un mite de les matemàtiques com es Arquimedes. També vam pensar de ficar-hi algun algorisme fàcil per veure com es

trobar aquest nombre tan peculiar. Per una altre banda, també vam pensar de posar-hi anècdotes, pàgines webs relacionades amb aquest nombre i tota la informació relacionada amb aquest nombre irracional.

Una de les coses que em va cridar molt l'atenció, és com els matemàtics més moderns, no paren de buscar més nombres decimals d'aquest nombre que com tothom sap comença amb un 3,14, però que ningú sap com s'acaba. A part en els primers dies que buscava informació, vaig observar que les últimes investigacions que s'han fet s'han trobat milions de nombres decimals del nombre pi i que encara es continua buscant més decimals d'aquest meravellós i increïble nombre pi

Per acabar només dir que espero passar-m'ho molt bé realitzant aquest treball i que no sigui l'últim que realitzi.

1. Orígens del número π

1.1. Els egipcis

Els egipcis s'havien ocupat d'alguns problemes aritmètics, i les obres que n'han estat conservades (la més antiga de les quals és el papir Rhind, 1700 anys abans de la nostra era, que ens mostra l'escriptor Ahmés comprovant la valuació de l'àrea d'un cercle en un quadrat) contenen la resolució d'algunes qüestions numèriques sense dir en quines propietats es recolza la resolució ni menys encara justificant-les.



El nivell de coneixements dels egipcis era, aproximadament, el de l'actual ensenyament primari, però eren enunciat amb un llenguatge més propi de la màgia que no pas d'una veritable ciència. Coneixien els nombres enters positius i

alguns nombres fraccionaris. Calculaven l'àrea del cercle donant a pi (π) el valor : $\pi = 3,16$ o bé $4(8/9)^2$. Però ells no van pas ser els primers en utilitzar-lo, ja que ja s'utilitzava, primer en la Bíblia que li dona un valor de 3 i després a Babilònia que li dona un valor de 3 $\frac{1}{6}$.

Un dels exemples de la utilització del nombre π a l'antic Egipte, és que π es la relació que hi ha entre el doble de la longitud del costat d'una piràmide i la seva altura, tot i que encara no se sap molt bé perquè els egipcis es prenen tantes molèsties per aconseguir que fos així, tot i que es pensa que era la forma més segura de construir una piràmide.

El càlcul dels egipcis:

Els egipcis ja coneixien els nombres naturals i els racionals positius de numerador 1. Resolien equacions de segon grau i arrels quadrades per aplicar-les als problemes d'àrees.

El sistema de numeració egipci presentava algunes dificultats aritmètiques entre les que destacava la impossibilitat d'organitzar-les per multiplicar.

La multiplicació i les fraccions no tenien secrets per ells. La multiplicació es realitzava a partir de duplicacions i sumes, i en la divisió utilitzaven la multiplicació inversa.

El sistema de numeració egípcia, era un sistema decimal de base 10 per juxtaposició

Els, a l'igual que nosaltres, utilitzaven el sistema decimal i el seu any estava compost per 12 mesos de 30 dies cada un, més cinc dies addicionals (clar que també contaven amb anys de 366 dies) i els seus dies tenien 12 hores, igual que les nits.

Els signes "+" i "-" estaven representats per dos cames caminant cap a la dreta o a la esquerra respectivament.

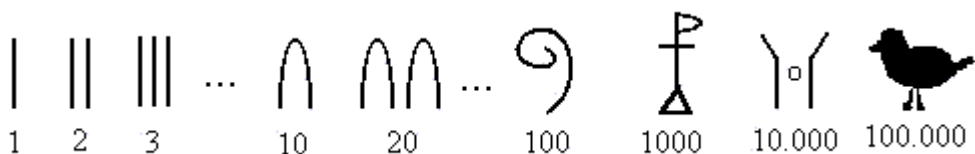
La igualtat estava representada per " $\frac{\text{escarabat}}{2}$ ", o senzillament, per un escarabat.

Per sumar simplement afegien els símbols corresponents.

Aquí tenim una taula amb el nom i la transliteració d'alguns nombres:

Nombre	Nom	Transliteració
1	Ua	Wa
2	Senu	Snw
3	Jemet	xmt
4	Fedu	fdw
5	Diu	Diu
6	Seresu	SrSw
7	Sefej	Sfx
8	Jemenu	Xmn
9	Pesedyu	PSD
10	Med	m ^d
20	Dyebati	Dbaty
30	Maba	MabA
40	Jem	Hm
50	Diyu	Diyw
60	Si(syu)	sisyw
70	Sefej(yu)	Sfx
80	Jemenyu	Xmn
90	Pesedyu	pSDyw
100	Shet	St
1000	Ja	XA
10000	Dyeba	DbA
100000	Jefen	Xfn
1000000	Jej	Xx

Algunes representacions de nombres



1.1.1. Papirs matemàtics

1.1.1 1.El papir Rhind

El 1858, A. Henry Rhind, jove antiquari escocès, va obtenir a Luxor, un papir bastant ample, que deien que havien trobat a les ruïnes de Tebas. El document en principi era un rotllo de uns 5,5 metres de llarg i 33 centímetres d'ample, però estava trencat en dos trossos i li faltaven alguns fragments. Alguns d'aquests fragments van aparèixer mig segle després als arxius de la Historic Society, de Nova York. Havien set obtinguts per el col·leccionista Edwin Smith. El papir Rhind va ser adquirit per British Museum, després de la mort de Henry Rhind, on es conserva actualment.



El rotllo consisteix en un manual pràctic de matemàtiques egípcies, escrit pels voltants de 1700 a.C. i segueix sent en l'actualitat la nostra principal font de coneixement sobre com contaven i calculaven els antics egipcis.

Va ser escrit i fet per un escriptor egipci anomenat Ahmés.

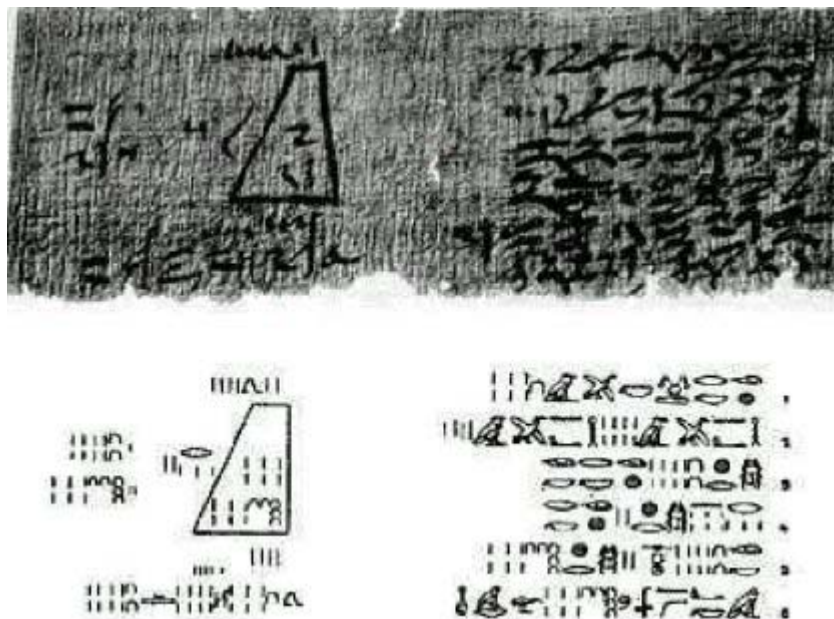
El papir Rhind es una col·lecció d'exercicis matemàtics i exemples pràctics. Esta escrit en hiératico i conté uns 85 problemes matemàtics. Mostra l'ús de fraccions, la resolució d'equacions simples i de progressions, el càlcul d'àrees de triangles,

trapezoides i rectangles, el càlcul de volums de cilindres i prismes, i per suposat el càlcul de la superfície del cercle.

1.1.1.2. El papir de Moscou

També conegut com el papir Golenischev és casi tan llarg com el pair Rhind, però tant sols d'uns set centímetres d'ample. Esta escrit per un escriptor desconegut de la dinastia XII (sobre 1890 a.C.) i va ser comprat a Egipte l'any 1893, conservant-se a Moscou, d'aquí el nom.

Es tracta d'una col·lecció de problemes resolts, sobre qüestions quotidianes, que no es diferencien molt dels problemes d'Ahmés.



Esta fet en forma més descuidada que el papir Rhind. Hi ha dos problemes geomètrics que tenen una importància especial:

En el problema 10, es demana l'àrea d'una superfície del que sembla ser un cistell semiesfèric de diàmetre $4 \frac{1}{2}$, i comença a calcular-la, resultat sorprenent per l'època.

En el problema 14 presenta una figura que sembla representar un trapezi, però els càlculs associats ens indiquen que en realitat es tracta d'un tronc de piràmide.

1.2. Arquímedes

Arquimedes, fill d'un astrònom anomenat Fidias, que estava emparentat amb el tirà de Siracusa, Hierón II, el que va facilitar a Arquimedes a llocs elevats. Va néixer a Siracusa, Sicília, on va ser un notable matemàtic, inventor i físic grec, que va escriure importants obres sobre geometria plana i del espai, aritmètica i mecànica. Arquimedes es considera el savi grec i matemàtic més important de tota l'antiguitat.



Tot i néixer a Sicília l'any 287 aC, es va educar a Alexandria, Egipte, on possiblement va ser alumne de Euclides. Però de seguida que va pogué va tornar a Siracusa, la seva ciutat natal, on va realitzar un intens treball científic fins a la seva mort. Al final de la seva vida va participar en la defensa de la seva ciutat, Siracusa, en la Guerra Púnica, posant-se a les ordres del rei Hierón, contra els romans, construint armes de guerra (catapultes, sistemes de miralls per incendiar vaixells,...) amb les que es va aconseguir retardar notablement la conquesta de la ciutat. No obstant, l'any 212 aC, la ciutat va caure en poder del general Marcelo, i durant l'assalt a la ciutat Arquimedes va morir perforat per la espasa d'un soldat

roma, tot i que el general Marcelo, segons diu Plutarco, havia ordenat que es respectes la seva vida.

En *La mesura del cercle* demostra que l'àrea del cercle és igual a la d'un triangle rectangle els catets dels quals siguin, respectivament, iguals al radi i a la longitud de la circumferència. El problema, es redueix a calcular la relació de la circumferència amb el diàmetre (nombre π).

Malgrat les dificultats que presentava el sistema de numeració alfabètic dels grecs, Arquimedes demostra ésser un mestre en el càlcul numèric, i amb els polígons inscrits i circumscrits de 96 costats arribà a la conclusió de limitar-los.

Demostra també l'equivalència entre l'àrea del cercle i un triangle rectangle, on els seus catets son el radi del cercle i el seu perímetre la longitud de la circumferència.

En mecànica convé subratllar les obres següents:

De l'equilibri dels plans, en aquest llibre va establí els principis fonamentals de l'estàtica , i és particularment famós per la llei de la palanca. Més endavant trobà els centres de gravetat de certs polígons, i, poc després diverses àrees parabòliques. En relació amb aquests treballs d'estàtica és atribuïda a Arquimedes la frase de “doneu-me un punt (per fulcre) i (amb una palanca) sóc capaç de moure el món”.

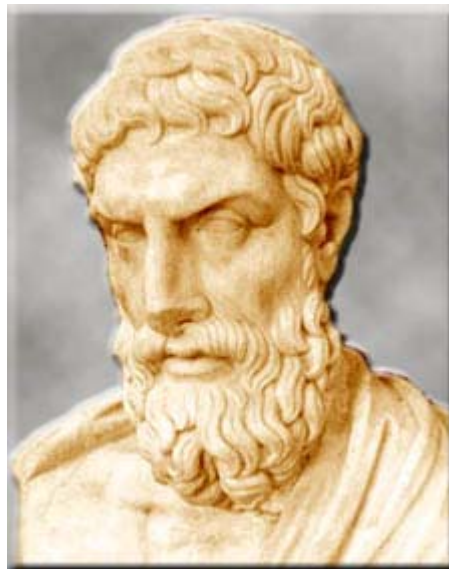
Dels cossos flotants, establí, primer, que la superfície d'un fluid en repòs és una esfera que té per centre el de la Terra; demostra, després, la llei física coneguda com el principi d'Arquimedes que diu “tot cos submergit en un fluid experimenta una empenta vertical i cap a dalt igual al pes del líquid que desplaça”. Trobà també la posició de repòs i les condicions de l'estabilitat d'un segment d'esfera i d'un segment de paraboloides.

1.3. Pensadors de l'època

1.3.1. Epicur de Samos

Va néixer el 341 a.C. i va morir el 270 a.C.. El seu pare era un atenès emigrat; ell, als divuit anys, deixà Samos i se n'anà a Atenes per a restablir la seva condició de

ciutadà i per a freqüentar les mes reconegudes escoles; però les commocions polítiques eren tan grans que aviat hagué d'abandonar-la. No hi podrà tornar fins el 307 a.C., a l'edat de 34 anys, any en què en una casa amb un jardí adjunt, fundà la seva escola, "el Jardí", un lloc on eren possibles el descans, la reflexió i els diàlegs o converses amb el mestre.



Epicur pensava que les matemàtiques eren disciplines poc certes. Per això no va escriure gaire sobre les matemàtiques.

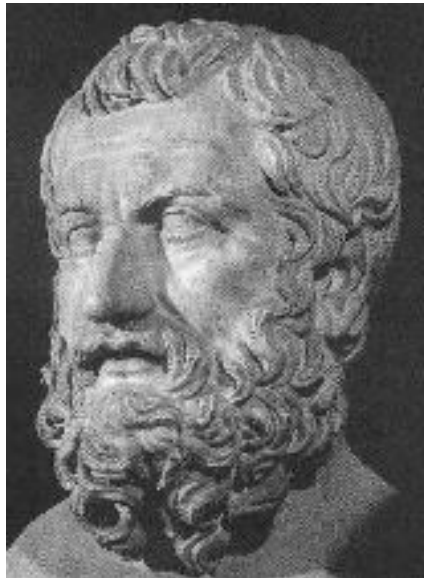
D'Epicur conservem tres cartes:

1. La carta a Herodot tracta de física.
2. La carta a Pitocles tracta d'astronomia.
3. La carta a Meneceu tracta d'ètica.

1.3.2. Zenó

Va néixer a Cíton (Xipre) el 332 i va morir el 262 a.C.. És considerat el fundador de l'estoïcisme. Era un fenici hel·lenitzat la família del qual es dedicava al comerç; sembla que als 22 o 23 anys, quan per un afer comercial visità Atenes, quedà fortament impressionat en conèixer homes que afirmaven ser els autèntics deixebles de Sòcrates; eren els cínicos. Cap el 300 a.C., Zenó comença a

ensenyar l'ideal de vida que havia anat madurant a partir dels seus contactes amb cínics, megàrics i altres. El seu lloc de reunió era un pòrtic bellament pintat a l'Àgora d'Atenes, de manera que els seus seguidors foren anomenats els del pòrtic, els estoics.



Extrau conseqüències lògiques de les afirmacions del mestre i les demostra per via de la reducció a l'absurd. Conegut bàsicament per les seves paradoxes, passa per ser l'inventor de la dialèctica.

- Contra el moviment.

És la coneguda paradoxa d'Aquiles i la tortuga.

- Contra la multiplicitat.

Suposem que hi han moltes coses.

Si és així aquestes son finites en nombre, ni més ni menys.

Però si acceptem que hi ha un nombre finit de coses aleshores hem d'admetre que entre cadascuna d'elles n'hi ha una altra que les separa.

Per tant si acceptem que hi ha tantes, ni més ni menys, acceptem que n'hi han més. Com que això és una contradicció, la hipòtesis inicial esdevé falsa i la contrària, que no hi ha moltes coses sinó sols una, el Ser, vertadera.

1.4. Matemàtics àrabs i xinesos

Els Àrabs tenien un arsenal de matemàtics, i van obtenir 17 decimals exactes del nombre pi a través dels polígons inscrits en una circumferència. Aquests càlculs van ser realitzats en la primera meitat del segle XV i van ser portats fins la determinació del costat del polígon regular de 2832 costats. Per valorar més correctament les grandeses dels excel·lents matemàtics àrabs comentarem que, després de 150 anys, en el 1593, a Europa, F. Viète va trobar només 9 xifres exactes de pi mitjançant un polígon de 1722 costats.

Encara que la civilització Xina és cronològicament comparable a les civilitzacions egípcia, els registres existents són bastant menys fiables. La primera obra matemàtica és probablement el Chou Pei (hores solars) 1200a.C. i junt a ella la més important es “La matemàtica dels nou llibres” o dels nou capítols. Aquesta obra està dedicada a diferents temes de caràcter pràctic formulats en 246 problemes concrets. Aquests problemes resumeixen un contingut de qüestions sobre l'agricultura, impostos, càlcul, resolució d'equacions i propietats de triangles rectangles.

El sistema de numeració és el sistema decimal jeroglífic. Les regles de les operacions són les habituals, encara que destaca, que en la divisió de fraccions s'exigeix la prèvia reducció d'aquestes a comú denominador. Van acceptar els nombres negatius, encara que mai els van acceptar com a solució a una equació. La contribució més important és, sense cap dubte, el perfeccionament en la regla de resolució de sistemes d'equacions lineals. Per a tots els sistemes es va establir un mètode genèric de resolució molt similar al que avui coneixem com mètode de Gauss, expressant fins i tot els coeficients de forma matricial, transformant en zeros de manera escalonada. Van inventar el “tauler de càlcul”, màquina que consistia en una col·lecció d'escuradents de bambú de dos colors diferents (un color per expressar els nombres positius i un altre per expressar els negatius). Els 260 el xinès Liu Hui va trobar un valor del nombre pi $\pi = 3,1416$.

2. L'evolució del número pi al llarg dels segles XVI-ZVIII

2.1. William Jones

Va néixer a Llanfihangel Tre'r Beirdd, Anglesey, Wales el 1675 i va morir a Londres, Anglaterra el 1749.



Sembla que fou W. Jones el primer que va emprar aquesta lletra grega π per a designar-lo al seu llibre "Introducció a les matemàtiques" (1.706), donat que és la inicial de la paraula perifèria (circumferència).

2.2. Euler

Va néixer a Suïssa el 15 d'Abril de 1707 i va morir a Sant Petersburg, Rússia el 18 de Setembre de 1783.

Euler és, possiblement, el matemàtic més prolífic de la història per la gran quantitat de llibres i articles que va publicar; per la seva obra *Introductio in analysin infinitorum*, on desenvolupa les idees sobre càlcul diferencial de Newton i Leibniz, se'l pot considerar el fundador de l'anàlisi matemàtic tal i com la coneixem en l'actualitat.



A més, va tenir gran visió per triar notacions adequades, raó per la qual moltes de les seves eleccions són avui d'ús comú, només cal pensar en la lletra e com a base dels logaritmes naturals. També és l'autor de la considerada la més bella de les igualtats, aquella que relaciona els números més importants de les matemàtiques i que és coneguda com a *fórmula d'Euler*:

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

2.3. Johan Heinrich Lambert

Johan Heinrich Lambert (1728-1777), físic, filòsof i matemàtic d'origen Francès, va néixer a Mulhouse, Alsàcia el 1728 i va morir a Berlín el 1777. en l'àmbit de les

matemàtiques va demostrar el 1761 que no hi havia cap fracció que representes a π , per tant era un nombre irracional (que te infinites xifres decimals, però no periòdiques)

Entre les seves investigacions físiques, cal citar els resultats obtinguts i recollits en la obra *Photometria* (1760) en la qual Lambert va establir dues relacions fotomètriques que porten el seu nom i la llei que regula l'atenuació de la intensitat lluminosa en funció de l'espessor del material que la radiació electromagnètica travessa.



Les relacions fotomètriques, conegudes amb el nom de primera i segona llei de Lambert, afirmen respectivament que: a) la il·luminació d'una superfície plana degut a un focus lluminós puntual varia amb el cosinus de l'angle amb la perpendicular, i b) si el focus lluminós es extens, la il·luminació deguda a un element de superfície suficientment petita del mateix es també proporcional al cosinus de l'angle que la perpendicular al element de superfície del focus lluminós considerat forma amb la direcció dels raigs lluminosos.

Com a filòsof, va elaborar una teoria del coneixement i va ser, al seu mode, un predecessor de Kant.

2.4. Descartes

René Descartes va néixer a Haye (Turena, França, al sud est de París, avui la localitat s'anomena Descartes), el 31 de març de 1596. El seu pare Joaquim era un membre del parlament de Rennes (a la Bretanya Francesa) i pertanyia a la noblesa de toga, val a dir que era un advocat ric que havia comprat un títol nobiliari per ascendir socialment. La mare de René morí l'any següent, el 1597 i Descartes va ser educat per la seva àvia, per això tenia un temperament força esquerp, pessimista i tímid. René mai no es va casar i va preferir una vida allunyada del poder.

Del 1606 al 1614, Descartes estudia al col·legi Reial de la Flèche, dirigit pels jesuïtes i dedicat a l'educació dels joves nobles. René va estudiar amb ells la física de Galileu (que oficialment estava prohibida), però la filosofia que va aprendre fou, en canvi, molt tradicional i escolàstica. El 1616 es llicencia en Dret per la Universitat de Poitiers; però mai no exercí.

El 1618 s'allista a l'exèrcit de Maurici de Nassau i participa en els primers temps del que després va ser la Guerra dels 30 anys. El 1619 canvia de bàndol en la guerra i s'allista amb Maximilià de Baviera.



El 1628 escriu les *Regulae* (regles per a la direcció de l'enginy) obra inacabada que conté 21 regles per a cercar la veritat.

El 1629 marxa a Holanda (l'únic país europeu del moment sense restricció a cap pràctica religiosa i que respectava la llibertat de consciència) on viurà fins el 1649. El juny de 1637 publica el Discurs del mètode que, com el seu nom indica, era el pròleg o l'explicació del mètode que li havia permès escriure tres llibres científics: Diòptica, Meteors i Geometria., editats al mateix volum.

El 1640 publica en llatí les Meditationes de prima philosophia (meditacions metafísiques) en que estableix el fonament metafísic de la ciència i vincula el coneixement de Déu a la certesa de la geometria.

El 1644 René publica els Principia Philosophiae, una mena de resum del seu pensament.

El 1650 Descartes s'ensopeix a la cort, escriu que Suècia és “el país dels óssos” i vol marxar; però mor d'una pulmonia l'11 de febre.

2.5. Leibniz

Va néixer a Leipzig, (Gran Bretanya) l'1 de Juliol de 1646 i va morir a Hanover (Gran Bretanya) el 14 de Novembre de 1716.

En l'exposició filosòfica de Leibniz, l'Univers es compon d'innumerables centres conscients de força espiritual o energia, coneguts com *mònades*. Cada *mònada* representa un microcosmos individual, que reflecteix l'Univers en diversos graus de perfecció i evoluciona amb independència de la resta de les *mònades*.



L'Univers constituït per aquestes *mònades* és el resultat harmoniós d'un pla diví. Els humans, no obstant això, amb la seva visió limitada, no poden acceptar l'existència de les malalties i la mort com a parts integrants de l'harmonia universal. Aquest Univers de Leibniz, “el millor dels móns possibles”, és satiritzat com una utopia per l'autor francès Voltaire en la seva novel·la *Càndid* (1759).

Entre les obres filosòfiques fonamentals de Leibniz s'inclouen *Assaigs de Teodicea sobre la bondat de Déu, la llibertat de l'home i l'origen del mal* (2 vols., 1710), *Monadologia* (1714; publicat en llatí com *Principia Philosophiae*, 1721), i *Nou tractat sobre l'enteniment humà* (1703; pub. 1765).

El metode proposat per Leibniz va ser el següent:

$$\frac{\pi}{4} = \frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} + \frac{1}{13} - \dots$$

En la pàgina següent: <http://www.xtec.es/~jjareno/calaixera/pi/infinites.htm>, hi trobem un programa molt senzill, on podem calcular sense gaires dificultats, amb formules de Leibniz i Wallis, aproximacions del nombre pi. El funcionament del programa és molt senzill, ja que només cal posar el nombre de fraccions que cadascú pot triar, i el programa mateix et calcula l'aproximació de pi que sortiria amb cada formula.

Lògicament si el nombre de fraccions és mol elevat, l'aproximació a pi serà cada cop més correcte.

2.6. Wallis

Va néixer a Ashford, el 23 de novembre de 1616 i va morir a Oxford el 28 d'Octubre de 1703.

Matemàtic angles, és un dels veritables precursors del càlcul infinitesimal, efectuà nombroses aportacions, com ara diversos desenvolupaments en sèrie, productes infinits (un dels quals per al càlcul de π), les fraccions, els exponents negatius i fraccionaris, els logaritmes, la cicloide, etc.



Aplicà la matemàtica a la física, com, per exemple, en l'estudi que va fer dels cossos inelàstics per a la Royal Society.

El 1641 va ser predicador i el 1649 va obtenir una càtedra de geometria a Oxford.

El 1685 Wallis va proposar la següent fórmula per trobar el nombre pi:

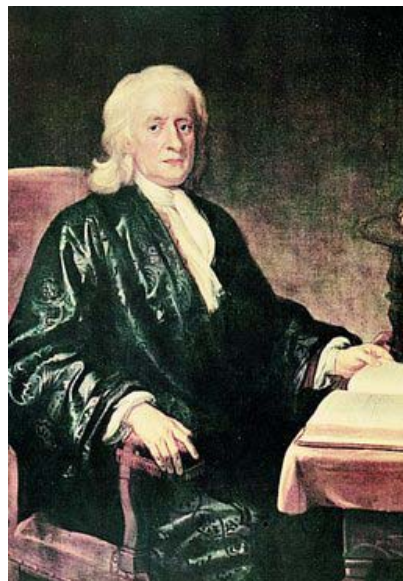
$$\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \dots$$

2.7. Newton

Woolsthorpe, Lincolnshire 1642 - Kensington, Middlesex 1727

Físic anglès. Fill pòstum d'un petit terratinent, fou alumne de l'escola de Grantham i més tard del Trinity College de Cambridge, d'on l'apartà l'epidèmia de pesta que envaí Anglaterra els anys 1665 i 1666. Refugiat al seu país natal, llegí els grans autors científics clàssics i moderns i començà a reflexionar sobre el que havia d'ésser la seva obra futura: mètode matemàtic de les fluxions (origen del càlcul infinitesimal), teories sobre la natura de la llum i dels colors, gravitació universal. De retorn a Cambridge, fou nomenat fellow i, dos anys més tard, professor de matemàtiques, càrrec que ocupà fins que complí 54 anys. En aquest període

escriví les seves obres més importants. Després es traslladà a Londres per dirigir la casa de la moneda, i presidí fins a la mort la Royal Society. Era un home totalment allunyat dels problemes pràctics, tímid, enemic de les discussions, indiferent a les belles arts, sense cap inclinació a les plasenteries. Mai no es casà, ni hom li coneix cap lligam sentimental amb altres persones. La investigació i la reflexió científiques emplenaren completament la seva vida. De les obres de Newton, escrites en llatí o bé en anglès, destaca indiscutiblement *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687), que hom ha comparat per la seva transcendència amb els *Elements* d'Euclides i amb el posterior *On the Origin of Species* de Darwin. En aquesta obra Newton volgué demostrar que tot l'Univers funciona segons una llei natural —la de la gravitació— que no requereix cap aplicació contínua de força i que només necessita la intervenció divina per a la creació i la posada en marxa.



L'obra comença definint els conceptes de massa o quantitat de matèria, quantitat de moviment, força (*vis insita*, *vis impressa*), temps i espai absoluts, etc, i exposant les tres lleis del moviment (la d'inèrcia, la de la proporcionalitat entre força motriu i quantitat de moviment i la d'igualtat entre l'acció i la reacció). Partint d'aquestes definicions i lleis, l'autor vol explicar el sistema de l'Univers amb demostracions matemàtiques fetes a l'estil geomètric clàssic, però amb l'ajuda implícita del seu mètode de fluxions. La tercera part, que tracta específicament del

sistema de l'Univers, comença amb unes generals "Regulae philosophandi", seguides d'unes observacions astronòmiques concretes que l'autor engloba sota el títol de "Fenòmens"; continua després amb les "Proposicions", que desenvolupen la teoria newtoniana, i acaba amb un "Scholium generale", on es fa palesa la visió teològica de Newton i on hi ha la cèlebre declaració del "hypotheses non fingo". L'obra, en conjunt, representa la culminació del procés revolucionari iniciat per Copèrnic contra l'astronomia clàssica i medieval. Assumeix les aportacions positives de Galileu i Kepler i acaba donant, a través de raonaments i càlculs inatacables, una explicació coherent i versemblant de tota la mecànica celeste, que permet d'explicar fets coneguts (precessió dels equinoccis, irregularitats dels moviments lunars, marees, etc), a més de preveure'n d'altres, com el retorn en un any precís de determinats cometes. Fins que alguns experiments de la darreria del s XIX i les idees renovadores d'Einstein no feren trontollar els axiomes newtonians, l'obra del savi anglès fou considerada una construcció científica acabada i perfecta, irrefutable, d'una vigència definitiva. Autor d'una gran síntesi sobre temes òptics —Opticks (1704)—, que resumia i completava treballs anteriors, Newton aportà observacions i idees en aquest camp (com la teoria dels colors) que no han estat desmentides per la posteritat, contràriament al que ha passat amb la seva teoria sobre la natura de la llum, discutida des del començament. Com a matemàtic, hom li deu, a part l'invent del càlcul infinitesimal (fet al mateix temps que Leibniz), aportacions dins el camp de la geometria —Enumeratio linearum tertii ordinis, sobre les corbes cúbiques— i dins el camp de l'àlgebra —Arithmetica universalis, on perfeccionà la teoria general de les equacions—. En el seu llibre De analysis apareix el teorema general del binomi, conegut avui amb el seu nom. Com a inventor, hom li reconeix la paternitat del telescopi de reflexió.

3. Algoritmes del número pi

3.1. Un senzill algoritme de càlcul del número π

Ara vos proposo un algoritme bastant senzill per a calcular de manera aproximada una bona sèrie de decimals.

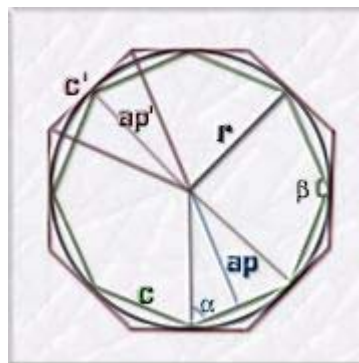
El procediment està basat en el mètode dels polígons inscrits i circumscrits d'Arquímedes, però, és clar, amb l'avantatge actual de les calculadores científiques.

D'aquesta manera ens acostarem al mètode de càlcul de p que va estar vigent durant quasi dos mil anys i el podrem comprendre millor.

Aquest procediment consisteix en calcular els perímetres dels polígons dos regulars un inscrit i l'altre circumscrit i comparar-los amb la longitud de la circumferència, d'aquesta manera podem trobar dos valors diferents de p , un inferior p_i corresponent al polígon inscrit i l'altre superior p_c obtingut amb el circumscrit.

Lavors podrem concloure que p és la mitjana aritmètica d'ambdós valors trobats:

$$p = (p_i + p_c) / 2$$



La longitud de la circumferència, com ja sabeu, és

$$L = 2 \cdot p \cdot r$$

El perímetre d'un polígon regular inscrit és:

$$P = n \cdot c$$

$c = 2 \cdot r \cdot \cos \alpha$ (expressant la mesura del costat c en funció del radi r) i n és el nombre de costats del polígon regular

Per a simplificar el càlcul es pren com a radi el valor $r = 1$

Substituint s'obté: $P = 2 \cdot n \cdot \cos \alpha$

L'angle α és la meitat dels angles interiors β del polígon regular que podem obtenir amb la fórmula vista anteriorment:

$$\beta = (n - 2) \cdot 180^\circ / n, \quad \alpha = \beta / 2$$

Si ara igualem la longitud de la circumferència amb el perímetre del polígon inscrit, obtenim el valor p_i , és a dir, el límit o valor inferior de p per a aquest polígon:

$$2 \cdot n \cdot \cos \alpha = 2 \cdot p_i \Rightarrow p_i = n \cdot \cos \alpha$$

El perímetre del polígon regular circumscribit és: $P' = n \cdot c'$

$c' = 2 \cdot r / \tan \alpha$ (fixeu-vos que pel polígon circumscribit l'apotema (és el segment que hi ha del centre del polígon al punt mitja d'un dels seus costats. És perpendicular a aquest costat) ap' és igual al radi)

Per tant: $P' = 2 \cdot n / \tan \alpha$

Iguant la longitud de la circumferència amb el perímetre del polígon circumscribit, s'obté el valor p_c , és a dir, el límit o valor superior de p :

$$2 \cdot n / \tan \alpha = 2 \cdot p_c \Rightarrow p_c = n / \tan \alpha$$

Finalment obtenim que $p = (p_i + p_c) / 2$

Vegem uns exemples aclaridors que faran més fàcil d'entendre aquest senzill però a l'hora embolicat algoritme de π :

En el cas de l'octàgon de la figura, i amb ajut de la calculadora científica calculant primer els dos angles i després totes les fórmules que em deduït prèviament tenim que:

$$n = 8$$

$$\beta = (8 - 2) \cdot 180^\circ / 8 = 135^\circ, \quad \alpha = \beta / 2 = 67,5^\circ$$

$$p_i = 8 \cdot \cos 67,5^\circ = 3,061467458920718173827$$

$$p_c = 8 / \tan 67,5^\circ = 3,313708498984760390413$$

$$p = (p_i + p_c) / 2 = 3,1875879789527392821205$$

Un valor de p encara no gaire correcte.

Però si ara provem amb un polígon regular de $n = 10.000$ costats, veurem que:

$$\beta = (10.000 - 2) \cdot 180^\circ / 10.000 = 179,964^\circ, \quad \alpha = \beta / 2 = 89,982^\circ$$

$$p_i = 10.000 \cdot \cos 89,982^\circ = 3,14159260191266569297934647928899$$

$$p_c = 10.000 / \tan 89,982^\circ = 3,14159275694405291972467077191176$$

$$p = (p_i + p_c) / 2 = 3,14159267942835930635200862560038$$

Un valor que ja és correcte fins al setè decimal, per tant, força interessant...

Lògicament es pot seguir buscant més precisió augmentant el nombre d'angles del polígon regular que prenguem com a base del càlcul, però això, si os ha agradat el tema, ja és feina d'investigació vostra. I recordeu que contra més augmenteu el nombre de costats més us aproximareu al nombre pi.

4. Nombre pi i alguns decimals

PI=3.

1415926535 8979323846 2643383279 5028841971 6939937510
5820974944 5923078164 0628620899 8628034825 3421170679
8214808651 3282306647 0938446095 5058223172 5359408128
4811174502 8410270193 8521105559 6446229489 5493038196
4428810975 6659334461 2847564823 3786783165 2712019091
4564856692 3460348610 4543266482 1339360726 0249141273
7245870066 0631558817 4881520920 9628292540 9171536436
7892590360 0113305305 4882046652 1384146951 9415116094
3305727036 5759591953 0921861173 8193261179 3105118548
0744623799 6274956735 1885752724 8912279381 8301194912
9833673362 4406566430 8602139494 6395224737 1907021798
6094370277 0539217176 2931767523 8467481846 7669405132
0005681271 4526356082 7785771342 7577896091 7363717872
1468440901 2249534301 4654958537 1050792279 6892589235
4201995611 2129021960 8640344181 5981362977 4771309960
5187072113 4999999837 2978049951 0597317328 1609631859
5024459455 3469083026 4252230825 3344685035 2619311881
7101000313 7838752886 5875332083 8142061717 7669147303
5982534904 2875546873 1159562863 8823537875 9375195778
1857780532 1712268066 1300192787 6611195909 2164201989
3809525720 1065485863 2788659361 5338182796 8230301952
0353018529 6899577362 2599413891 2497217752 8347913151
5574857242 4541506959 5082953311 6861727855 8890750983
8175463746 4939319255 0604009277 0167113900 9848824012
8583616035 6370766010 4710181942 9555961989 4676783744
9448255379 7747268471 0404753464 6208046684 2590694912
9331367702 8989152104 7521620569 6602405803 8150193511
2533824300 3558764024 7496473263 9141992726 0426992279
6782354781 6360093417 2164121992 4586315030 2861829745
5570674983 8505494588 5869269956 9092721079 7509302955
3211653449 8720275596 0236480665 4991198818 3479775356
6369807426 5425278625 5181841757 4672890977 7727938000
8164706001 6145249192 1732172147 7235014144 1973568548
1613611573 5255213347 5741849468 4385233239 0739414333
4547762416 8625189835 6948556209 9219222184 2725502542
5688767179 0494601653 4668049886 2723279178 6085784383
8279679766 8145410095 3883786360 9506800642 2512520511

7392984896 0841284886 2694560424 1965285022 2106611863
0674427862 2039194945 0471237137 8696095636 4371917287
4677646575 7396241389 0865832645 9958133904 7802759009
9465764078 9512694683 9835259570 9825822620 5224894077
2671947826 8482601476 9909026401 3639443745 5305068203
4962524517 4939965143 1429809190 6592509372 2169646151
5709858387 4105978859 5977297549 8930161753 9284681382
6868386894 2774155991 8559252459 5395943104 9972524680
8459872736 4469584865 3836736222 6260991246 0805124388
4390451244 1365497627 8079771569 1435997700 1296160894
4169486855 5848406353 4220722258 2848864815 8456028506
0168427394 5226746767 8895252138 5225499546 6672782398
6456596116 3548862305 7745649803 5593634568 1743241125
1507606947 9451096596 0940252288 7971089314 5669136867
2287489405 6010150330 8617928680 9208747609 1782493858
9009714909 6759852613 6554978189 3129784821 6829989487
2265880485 7564014270 4775551323 7964145152 3746234364
5428584447 9526586782 1051141354 7357395231 1342716610
2135969536 2314429524 8493718711 0145765403 5902799344
0374200731 0578539062 1983874478 0847848968 3321445713
8687519435 0643021845 3191048481 0053706146 8067491927
8191197939 9520614196 6342875444 0643745123 7181921799
9839101591 9561814675 1426912397 4894090718 6494231961
5679452080 9514655022 5231603881 9301420937 6213785595
6638937787 0830390697 9207734672 2182562599 6615014215
0306803844 7734549202 6054146659 2520149744 2850732518
6660021324 3408819071 0486331734 6496514539 0579626856
1005508106 6587969981 6357473638 4052571459 1028970641
4011097120 6280439039 7595156771 5770042033 7869936007
2305587631 7635942187 3125147120 5329281918 2618612586
7321579198 4148488291 6447060957 5270695722 0917567116
7229109816 9091528017 3506712748 5832228718 3520935396
5725121083 5791513698 8209144421 0067510334 6711031412
6711136990 8658516398 3150197016 5151168517 1437657618
3515565088 4909989859 9823873455 2833163550 7647918535
8932261854 8963213293 3089857064 2046752590 7091548141
6549859461 6371802709 8199430992 4488957571 2828905923
2332609729 9712084433 5732654893 8239119325 9746366730
5836041428 1388303203 8249037589 8524374417 0291327656
1809377344 4030707469 2112019130 2033038019 7621101100
4492932151 6084244485 9637669838 9522868478 3123552658
2131449576 8572624334 4189303968 6426243410 7732269780
2807318915 4411010446 8232527162 0105265227 2111660396

6655730925 4711055785 3763466820 6531098965 2691862056
4769312570 5863566201 8558100729 3606598764 8611791045
3348850346 1136576867 5324944166 8039626579 7877185560
8455296541 2665408530 6143444318 5867697514 5661406800
7002378776 5913440171 2749470420 5622305389 9456131407
1127000407 8547332699 3908145466 4645880797 2708266830
6343285878 5698305235 8089330657 5740679545 7163775254
2021149557 6158140025 0126228594 1302164715 5097925923
0990796547 3761255176 5675135751 7829666454 7791745011
2996148903 0463994713 2962107340 4375189573 5961458901
9389713111 7904297828 5647503203 1986915140 2870808599
0480109412 1472213179 4764777262 2414254854 5403321571
8530614228 8137585043 0633217518 2979866223 7172159160
7716692547 4873898665 4949450114 6540628433 6639379003
9769265672 1463853067 3609657120 9180763832 7166416274
8888007869 2560290228 4721040317 2118608204 1900042296
6171196377 9213375751 1495950156 6049631862 9472654736
4252308177 0367515906 7350235072 8354056704 0386743513
6222247715 8915049530 9844489333 0963408780 7693259939
7805419341 4473774418 4263129860 8099888687 4132604721
5695162396 5864573021 6315981931 9516735381 2974167729
4786724229 2465436680 0980676928 2382806899 6400482435
4037014163 1496589794 0924323789 6907069779 4223625082
2168895738 3798623001 5937764716 5122893578 6015881617
5578297352 3344604281 5126272037 3431465319 7777416031
9906655418 7639792933 4419521541 3418994854 4473456738
3162499341 9131814809 2777710386 3877343177 2075456545
3220777092 1201905166 0962804909 2636019759 8828161332
3166636528 6193266863 3606273567 6303544776 2803504507
7723554710 5859548702 7908143562 4014517180 6246436267
9456127531 8134078330 3362542327 8394497538 2437205835
3114771199 2606381334 6776879695 9703098339 1307710987
0408591337 4641442822 7726346594 7047458784 7787201927
7152807317 6790770715 7213444730 6057007334 9243693113
8350493163 1284042512 1925651798 0694113528 0131470130
4781643788 5185290928 5452011658 3934196562 1349143415
9562586586 5570552690 4965209858 0338507224 2648293972
8584783163 0577775606 8887644624 8246857926 0395352773
4803048029 0058760758 2510474709 1643961362 6760449256
2742042083 2085661190 6254543372 1315359584 5068772460
2901618766 7952406163 4252257719 5429162991 9306455377
9914037340 4328752628 8896399587 9475729174 6426357455
2540790914 5135711136 9410911939 3251910760 2082520261

8798531887 7058429725 9167781314 9699009019 2116971737
2784768472 6860849003 3770242429 1651300500 5168323364
3503895170 2989392233 4517220138 1280696501 1784408745
1960121228 5993716231 3017114448 4640903890 6449544400
6198690754 8516026327 5052983491 8740786680 8818338510
2283345085 0486082503 9302133219 7155184306 3545500766
8282949304 1377655279 3975175461 3953984683 3936383047
4611996653 8581538420 5685338621 8672523340 2830871123
2827892125 0771262946 3229563989 8989358211 6745627010
2183564622 0134967151 8819097303 8119800497 3407239610
3685406643 1939509790 1906996395 5245300545 0580685501
9567302292 1913933918 5680344903 9820595510 0226353536
1920419947 4553859381 0234395544 9597783779 0237421617
2711172364 3435439478 2218185286 2408514006 6604433258
8856986705 4315470696 5747458550 3323233421 0730154594
0516553790 6866273337 9958511562 5784322988 2737231989
8757141595 7811196358 3300594087 3068121602 8764962867
4460477464 9159950549 7374256269 0104903778 1986835938
1465741268 0492564879 8556145372 3478673303 9046883834
3634655379 4986419270 5638729317 4872332083 7601123029
9113679386 2708943879 9362016295 1541337142 4892830722
0126901475 4668476535 7616477379 4675200490 7571555278
1965362132 3926406160 1363581559 0742202020 3187277605
2772190055 6148425551 8792530343 5139844253 2234157623
3610642506 3904975008 6562710953 5919465897 5141310348
2276930624 7435363256 9160781547 8181152843 6679570611
0861533150 4452127473 9245449454 2368288606 1340841486
3776700961 2071512491 4043027253 8607648236 3414334623
5189757664 5216413767 9690314950 1910857598 4423919862
9164219399 4907236234 6468441173 9403265918 4044378051
3338945257 4239950829 6591228508 5558215725 0310712570
1266830240 2929525220 1187267675 6220415420 5161841634
8475651699 9811614101 0029960783 8690929160 3028840026
9104140792 8862150784 2451670908 7000699282 1206604183
7180653556 7252532567 5328612910 4248776182 5829765157
9598470356 2226293486 0034158722 9805349896 5022629174
8788202734 2092222453 3985626476 6914905562 8425039127
5771028402 7998066365 8254889264 8802545661 0172967026
6407655904 2909945681 5065265305 3718294127 0336931378
5178609040 7086671149 6558343434 7693385781 7113864558
7367812301 4587687126 6034891390 9562009939 3610310291
6161528813 8437909904 2317473363 9480457593 1493140529
7634757481 1935670911 0137751721 0080315590 2485309066

9203767192 2033229094 3346768514 2214477379 3937517034
4366199104 0337511173 5471918550 4644902636 5512816228
8244625759 1633303910 7225383742 1821408835 0865739177
1509682887 4782656995 9957449066 1758344137 5223970968
3408005355 9849175417 3818839994 4697486762 6551658276
5848358845 3142775687 9002909517 0283529716 3445621296
4043523117 6006651012 4120065975 5851276178 5838292041
9748442360 8007193045 7618932349 2292796501 9875187212
7267507981 2554709589 0455635792 1221033346 6974992356
3025494780 2490114195 2123828153 0911407907 3860251522
7429958180 7247162591 6685451333 1239480494 7079119153
2673430282 4418604142 6363954800 0448002670 4962482017
9289647669 7583183271 3142517029 6923488962 7668440323
2609275249 6035799646 9256504936 8183609003 2380929345
9588970695 3653494060 3402166544 3755890045 6328822505
4525564056 4482465151 8754711962 1844396582 5337543885
6909411303 1509526179 3780029741 2076651479 3942590298
9695946995 5657612186 5619673378 6236256125 2163208628
6922210327 4889218654 3648022967 8070576561 5144632046
9279068212 0738837781 4233562823 6089632080 6822246801
2248261177 1858963814 0918390367 3672220888 3215137556
0037279839 4004152970 0287830766 7094447456 0134556417
2543709069 7939612257 1429894671 5435784687 8861444581
2314593571 9849225284 7160504922 1242470141 2147805734
5510500801 9086996033 0276347870 8108175450 1193071412
2339086639 3833952942 5786905076 4310063835 1983438934
1596131854 3475464955 6978103829 3097164651 4384070070
7360411237 3599843452 2516105070 2705623526 6012764848
3084076118 3013052793 2054274628 6540360367 4532865105
7065874882 2569815793 6789766974 2205750596 8344086973
5020141020 6723585020 0724522563 2651341055 9240190274
2162484391 4035998953 5394590944 0704691209 1409387001
2645600162 3742880210 9276457931 0657922955 2498872758
4610126483 6999892256 9596881592 0560010165 5256375678
5667227966 1988578279 4848855834 3975187445 4551296563
4434803966 4205579829 3680435220 2770984294 2325330225
7634180703 9476994159 7915945300 6975214829 3366555661
5678736400 5366656416 5473217043 9035213295 4352916941
4599041608 7532018683 7937023488 8689479151 0716378529
0234529244 0773659495 6305100742 1087142613 4974595615
1384987137 5704710178 7957310422 9690666702 1449863746
4595280824 3694457897 7233004876 4765241339 0759204340
1963403911 4732023380 7150952220 1068256342 7471646024

3354400515 2126693249 3419673977 0415956837 5355516673
0273900749 7297363549 6453328886 9844061196 4961627734
4951827369 5588220757 3551766515 8985519098 6665393549
4810688732 0685990754 0792342402 3009259007 0173196036
2254756478 9406475483 4664776041 1463233905 6513433068
4495397907 0903023460 4614709616 9688688501 4083470405
4607429586 9913829668 2468185710 3188790652 8703665083
2431974404 7718556789 3482308943 1068287027 2280973624
8093996270 6074726455 3992539944 2808113736 9433887294
0630792615 9599546262 4629707062 5948455690 3471197299
6409089418 0595343932 5123623550 8134949004 3642785271
3831591256 8989295196 4272875739 4691427253 4366941532
3610045373 0488198551 7065941217 3524625895 4873016760
0298865925 7866285612 4966552353 3829428785 4253404830
8330701653 7228563559 1525347844 5981831341 1290019992
0598135220 5117336585 6407826484 9427644113 7639386692
4803118364 4536985891 7544264739 9882284621 8449008777
6977631279 5722672655 5625962825 4276531830 0134070922
3343657791 6012809317 9401718598 5999338492 3549564005
7099558561 1349802524 9906698423 3017350358 0440811685
5265311709 9570899427 3287092584 8789443646 0050410892
2669178352 5870785951 2983441729 5351953788 5534573742
6085902908 1765155780 3905946408 7350612322 6112009373
1080485485 2635722825 7682034160 5048466277 5045003126
2008007998 0492548534 6941469775 1649327095 0493463938
2432227188 5159740547 0214828971 1177792376 1225788734
7718819682 5462981268 6858170507 4027255026 3329044976
2778944236 2167411918 6269439650 6715157795 8675648239
9391760426 0176338704 5499017614 3641204692 1823707648
8783419689 6861181558 1587360629 3860381017 1215855272
6683008238 3404656475 8804051380 8016336388 7421637140
6435495561 8689641122 8214075330 2655100424 1048967835
2858829024 3670904887 1181909094 9453314421 8287661810
3100735477 0549815968 0772009474 6961343609 2861484941
7850171807 7930681085 4690009445 8995279424 3981392135
0558642219 6483491512 6390128038 3200109773 8680662877
9239718014 6134324457 2640097374 2570073592 1003154150
8936793008 1699805365 2027600727 7496745840 0283624053
4603726341 6554259027 6018348403 0681138185 5105979705
6640075094 2608788573 5796037324 5141467867 0368809880
6097164258 4975951380 6930944940 1515422221 9432913021
7391253835 5915031003 3303251117 4915696917 4502714943
3151558854 0392216409 7229101129 0355218157 6282328318

2342548326 1119128009 2825256190 2052630163 9114772473
3148573910 7775874425 3876117465 7867116941 4776421441
1112635835 5387136101 1023267987 7564102468 2403226483
4641766369 8066378576 8134920453 0224081972 7856471983
9630878154 3221166912 2464159117 7673225326 4335686146
1865452226 8126887268 4459684424 1610785401 6768142080
8850280054 1436131462 3082102594 1737562389 9420757136
2751674573 1891894562 8352570441 3354375857 5342698699
4725470316 5661399199 9682628247 2706413362 2217892390
3176085428 9437339356 1889165125 0424404008 9527198378
7386480584 7268954624 3882343751 7885201439 5600571048
1194988423 9060613695 7342315590 7967034614 9143447886
3604103182 3507365027 7859089757 8272731305 0488939890
0992391350 3373250855 9826558670 8924261242 9473670193
9077271307 0686917092 6462548423 2407485503 6608013604
6689511840 0936686095 4632500214 5852930950 0009071510
5823626729 3264537382 1049387249 9669933942 4685516483
2611341461 1068026744 6637334375 3407642940 2668297386
5220935701 6263846485 2851490362 9320199199 6882851718
3953669134 5222444708 0459239660 2817156551 5656661113
5982311225 0628905854 9145097157 5539002439 3153519090
2107119457 3002438801 7661503527 0862602537 8817975194
7806101371 5004489917 2100222013 3501310601 6391541589
5780371177 9277522597 8742891917 9155224171 8958536168
0594741234 1933984202 1874564925 6443462392 5319531351
0331147639 4911995072 8584306583 6193536932 9699289837
9149419394 0608572486 3968836903 2655643642 1664425760
7914710869 9843157337 4964883529 2769328220 7629472823
8153740996 1545598798 2598910937 1712621828 3025848112
3890119682 2142945766 7580718653 8065064870 2613389282
2994972574 5303328389 6381843944 7707794022 8435988341
0035838542 3897354243 9564755568 4095224844 5541392394
1000162076 9363684677 6413017819 6593799715 5746854194
6334893748 4391297423 9143365936 0410035234 3777065888
6778113949 8616478747 1407932638 5873862473 2889645643
5987746676 3847946650 4074111825 6583788784 5485814896
2961273998 4134427260 8606187245 5452360643 1537101127
4680977870 4464094758 2803487697 5894832824 1239292960
5829486191 9667091895 8089833201 2103184303 4012849511
6203534280 1441276172 8583024355 9830032042 0245120728
7253558119 5840149180 9692533950 7577840006 7465526031
4461670508 2768277222 3534191102 6341631571 4740612385
0425845988 4199076112 8725805911 3935689601 4316682831

7632356732 5417073420 8173322304 6298799280 4908514094
7903688786 8789493054 6955703072 6190095020 7643349335
9106024545 0864536289 3545686295 8531315337 1838682656
1786227363 7169757741 8302398600 6591481616 4049449650
1173213138 9574706208 8474802365 3710311508 9842799275
4426853277 9743113951 4357417221 9759799359 6852522857
4526379628 9612691572 3579866205 7340837576 6873884266
4059909935 0500081337 5432454635 9675048442 3528487470
1443545419 5762584735 6421619813 4073468541 1176688311
8654489377 6979566517 2796623267 1481033864 3913751865
9467300244 3450054499 5399742372 3287124948 3470604406
3471606325 8306498297 9551010954 1836235030 3094530973
3583446283 9476304775 6450150085 0757894954 8931393944
8992161255 2559770143 6858943585 8775263796 2559708167
7643800125 4365023714 1278346792 6101995585 2247172201
7772370041 7808419423 9487254068 0155603599 8390548985
7235467456 4239058585 0216719031 3952629445 5439131663
1345308939 0620467843 8778505423 9390524731 3620129476
9187497519 1011472315 2893267725 3391814660 7300089027
7689631148 1090220972 4520759167 2970078505 8071718638
1054967973 1001678708 5069420709 2232908070 3832634534
5203802786 0990556900 1341371823 6837099194 9516489600
7550493412 6787643674 6384902063 9640197666 8559233565
4639138363 1857456981 4719621084 1080961884 6054560390
3845534372 9141446513 4749407848 8442377217 5154334260
3066988317 6833100113 3108690421 9390310801 4378433415
1370924353 0136776310 8491351615 6422698475 0743032971
6746964066 6531527035 3254671126 6752246055 1199581831
9637637076 1799191920 3579582007 5956053023 4626775794
3936307463 0569010801 1494271410 0939136913 8107258137
8135789400 5599500183 5425118417 2136055727 5221035268
0373572652 7922417373 6057511278 8721819084 4900617801
3889710770 8229310027 9766593583 8758

5. Curiositats del número pi

5.1. Poemes

Aquest poema en castellà es sobre el nombre pi i la escrit el premi Nobel de literatura Wislawa Szymborska.

El admirable número Pi
tres coma uno cuatro uno.
Las cifras que siguen son también preliminares
cinco nueve dos porque jamás acaba.
No puede abarcarlo seis cinco tres cinco la mirada,
ocho nueve ni el cálculo
siete nueve ni la imaginación,
ni siquiera tres dos tres ocho un chiste, es decir, una comparación
cuatro seis con cualquier otra cosa
dos seis cuatro tres de este mundo.
La serpiente más larga de la tierra suma equis metros y se acaba.
Y lo mismo las serpientes míticas aunque tardan más.
El séquito de dígitos del número Pi
llega al final de la página y no se detiene,
sigue, recorre la mesa, el aire,
una pared, una hoja, un nido de pájaros, las nubes, hasta llegar
directo al cielo,
perderse en la insondable hinchazón del cielo.
¡Qué breve la cola de un cometa, cual la de un ratón!
¡Qué endeble el rayo de un astro si se curva en la insignificancia
del espacio!
Mientras aquí dos tres quince trescientos diecinueve
mi número de teléfono la talla de tu camisa
el año mil novecientos sesenta y tres sexto piso
el número de habitantes sesenta y cinco céntimos

dos pulgadas de cintura una charada y un mensaje cifrado
 que dice vuela mi rui señor y canta
 y también se ruega guardar silencio,
 y se extinguirán cielo y tierra,
 pero el número Pi no, jamás,
 seguirá su camino con su nada despreciable cinco
 con su en absoluto vulgar ocho
 con su ni por asomo postrero siete,
 empujando, ¡ay!, empujando a durar
 a la perezosa eternidad.

5.2. Maneres de recordar el nombre pi

Hi ha trucs mnemotècnics (que ajuden a la memòria) per recordar decimals de P. La gran majoria es basen en comptar les lletres de cada paraula d'una frase. Així, per exemple aquesta frase en castellà dóna 7 decimals de Pi.

Pan	y	agua	y	fruta	comprende	la	comida
3	1	4	1	5	9	2	6

Aquesta altra dóna 20 decimals. El seu autor és l'escriptor Xavier Duran:

"Com a gran i tenaç matemàtic, tu penses, sense cap pausa, enumerar, lentament, números camuflats amb el més constant, fer enginy".

Aquest petit poema en castellà de Manuel Gomayo dóna 19 decimals:

"Soy y seré a todos definible,
 mi nombre tengo que daros,
 cociente diametral siempre inmedible
 soy de los redondos aros."

I aquest, de R. Nieto, en dóna 31:

"Soy P, lema y razón ingeniosa
de hombre sabio, que serie preciosa
valorando enunció magistral.
pr su ley singular bien medido
el grande orbe, por fin reducido
fue al sistema ordinario usual."

5.3. Pel·lícula del sobre el nombre PI

"PI, fe en el caos" (USA, 1.998) Thriller (Pel·lícula de culte)

Director: Darren Aronofsky. Intèrprets: Ben Shenkman, Mark Margolis, Pamela Hart, Sean Gullete.

Argument: Un matemàtic desequilibrat, obsessionat amb la teoria numèrica, es troba immers en una complexa trama de poder.



6. Pi a la xarxa

<http://club.telepolis.com/agaigcu/piramide.htm>

Hi podem trobar informació sobre diferents piràmides i els egipcis en general, i la relació de pi amb les piràmides.

<http://www.geocities.com/torosaurio/criticabiblica/at09pi.html>

En aquesta trobem informació sobre les matemàtiques en l'època dels egipcis i el seu nivell en les matemàtiques i alguns matemàtics egipcis bastant importants com ara Ahmés

<http://www.argenmaticas.com.ar/historia/pi.htm>

Dins d'aquesta pàgina hi trobem informació sobre l'història de pi en especial sobre els egipcis, però també hi trobem un recorregut on hi ha Arquimedes, els matemàtics àrabs i Xinesos, e.t.c.

<http://www.xtec.es/~pcairo/arqui/matem.htm>

En aquesta altra pàgina hi trobem una mica de història del nombre pi però fa més èmfasi a la relació d'Arquimedes i el nombre pi, on hi podem trobar gran part d'informació sobre aquest geni grec de les matemàtiques.

<http://perso.wanadoo.es/mmtb/mates/pi.html>

En aquesta pàgina podem trobar les aproximacions més importants al llarg de la història des de la del papir rhind, passant per Tsu Chung-Chih, A. Metius. Arquimedes, Ludolph van Ceulen, Newton, Leibniz, James Gregory, Machin, Lambert, Johan Dase, William Shanks, Hermite, Lindemann, D.F. Ferguson, John von Neumann, G.E. Felton, F. Genuys, Daniel Shanks, John W. Wrench, Jean Guilloud, M. Brouyer, Jonathan M. Borwein i Peter B. Borwein fins a arribar una aproximació de 10.000 decimals.

<http://www.xtec.es/~bfiguera/curioso6.html>

Dins d'aquesta pàgina hi podem trobar la historia del nombre pi amb uns senzills algoritmcs sobre el nombre i diferents curiositats sobre el nombre Pi. Entre els algoritmcs en trobem de tant importants com el de Leibniz, Wallis o Euler.

<http://www.alcoberro.info/Descartes.htm>

Aquesta pàgina ens parla bastant sobre Descartes, una mica de biografia sobre ell, i una mica de relació amb el nombre pi.

<http://69.55.239.51/filosofia/.htm>

En aquesta altre pàgina hi he trobat informació sobre diferents pensadors i filòsofs relacionats amb el nombre pi, com per exemple Newton, Epicur, etc.

<http://perso.wanadoo.es/mmtb/mates/pi.html>

En aquesta pagina hi podem trobar una gran quantitat de personatges relacionats amb el nombre pi.

<http://www.xtec.es/~jjareno/calaixera/pi/infinites.htm>

En aquesta adreça una introducció del nombre pi, una mica d'història, moltes curiositats i alguns algoritmcs fàcils per entendre.

<http://webs.adam.es/rlllorens/pihome.htm>

Aquesta pàgina te una gran quantitat d'informació de pi, diria que és la pagina amb més informació que he visitat. A part quan obres la pagina et surt una musica que si la escoltes amb atenció et fa recorda al nombre pi.

<http://www.jimena.com/egipto/apartados/papiros.htm>

Dins d'aquesta pàgina he trobat tota la informació sobre els diferents papirs matemàtics, en especial el papir Rhind i el Papir de Moscou.

<http://www.xtec.es/~bfiguera/curios.html>

Aquesta és una pagina totalment relacionada amb les matemàtiques, on hi pots trobar tota mena d'informació. Dins l'apartat del nombre pi, hi ha una mica de historia i alguns logaritmes fàcils.

<http://www.xtec.es/~bfiguera/cineluxc.htm>

És una pàgina totalment dedicada a les pel·lícules relacionades amb les matemàtiques i els escacs.

7. Conclusions

Aquest treball sobre el nombre pi no és res més que una gran introducció sobre aquest magnífic nombre, ja que s'hi ens poséssim a buscar tot el que haguéssim pogut trobar d'aquest magnífic nombre, no tindríem prou espai per posar tot el que haguéssim trobat d'aquest interminable i increïble nombre.

Quan vaig començar a fer aquest treball, em va semblar una mica avorrit, però ara que l'he acabat us puc assegurar just el contrari, ja que junt amb aquest nombre, sempre descobreixes noves coses que el fan més interessant i dia a dia anava descobrint una mica més d'aquest espectacular nombre pi..

Desitjo que aquest treball, us faci mirar una mica més al voltant de les matemàtiques i en especial del nombre pi, i ja ho sabeu, si voleu saber més només us heu d'engrescar i buscar més informació.

8. Bibliografia

AAVV; *Enciclopèdia universal il·lustrada*; Ed: Espasa-Calpe S.A

ALSINA I CATALÀ, CLAUDI; *Estimar les matemàtiques*; Ed: Columna-Assaig
Eines 4; Desembre del 2000

AAVV; *Gran enciclopèdia Catalana*; Ed: Enciclopèdia Catalana Barcelona;
Desembre de 1989