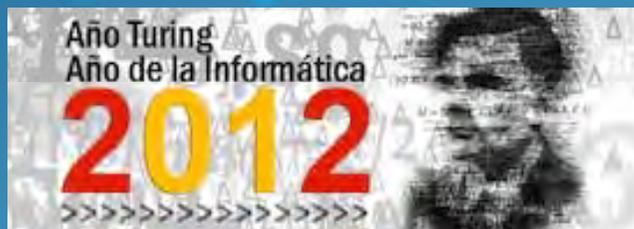




(+) 100 años con Turing



Juan José Moreno Navarro
UPM & IMDEA Software
jjmoreno@fi.upm.es



104 años sin/con Turing

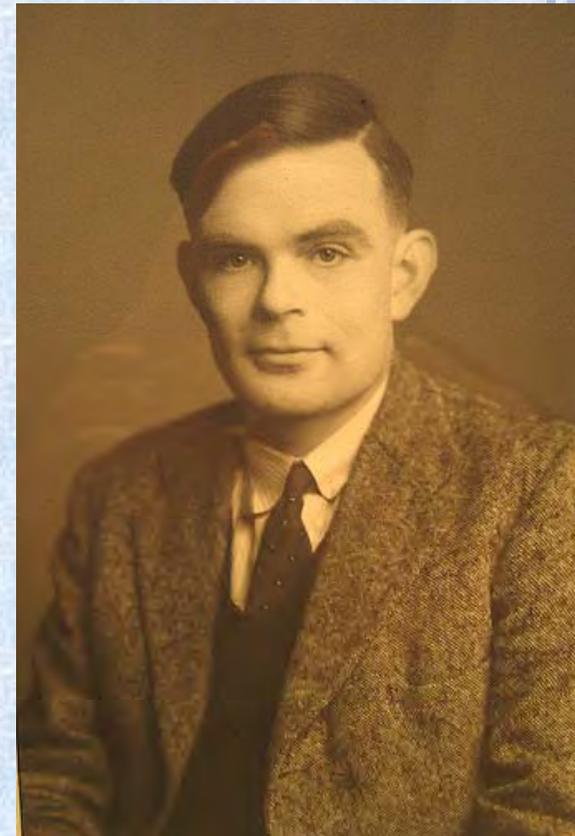
- Alan Mathison Turing nació en Londres el 23 de Junio de 1912 y falleció en Wilmslow, Reino Unido en 1954. Por tanto en 2012 se conmemoró el centenario de su nacimiento.
- Alan Turing puede considerarse el padre de la informática tal y como la conocemos en la actualidad.
- No en vano el equivalente al premio Nobel en Informática se denomina Premio Turing
- Esta charla describe sus momentos vitales y científicos más relevantes, así como una breves notas de la situación de la informática en España.



La Visión

- Alan Turing, considerado por muchos como el padre de la informática, fue uno de los primeros en vislumbrar el poder de los computadores y la importancia del software sobre el hardware.

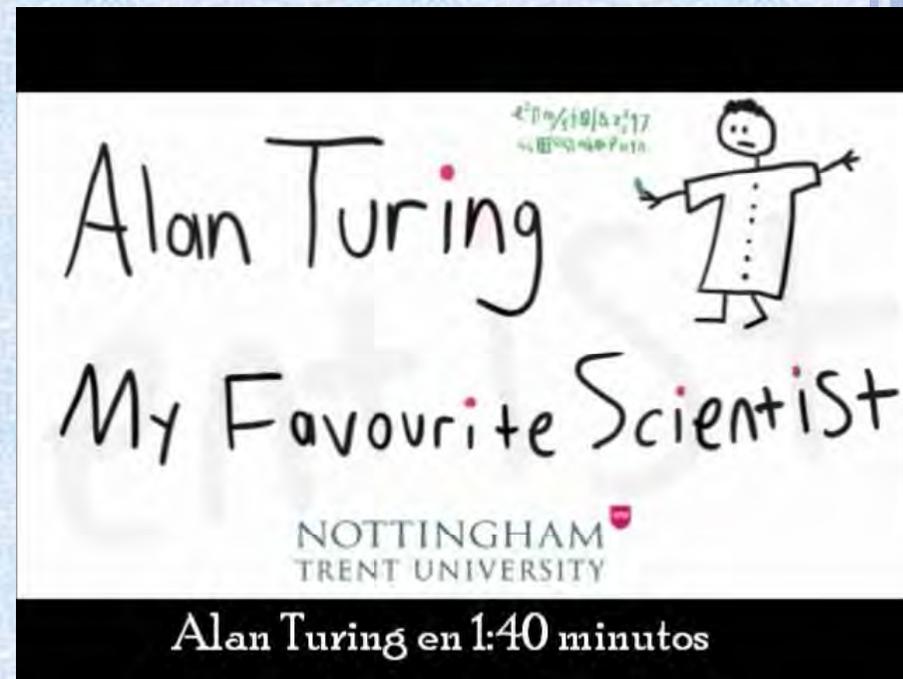
Sabía que un computador significa un potencial ilimitado en la creación y puesta en práctica del desarrollo de software para la resolución de problemas complejos y la inteligencia artificial y estaba decidido a ser el primero en actuar para llevar a cabo esta idea.





Principales hitos

- Primeros pasos: Estudios, El problema de decisión
- Criptografía – Bletchley Park
- Computabilidad. Máquinas de Turing.
- Participación en la construcción de los primeros computadores.
- Test de Turing: Los primeros pasos de la IA
- Avances en Software: Ajedrez, verificación, morfogénesis (modelado /patrones de formas de vida)
- Tragedia y legado final



Alan M. Turing

Alan Turing: *Una vida de película*

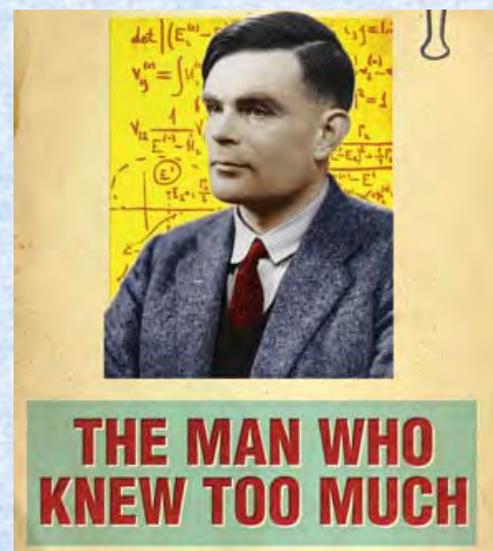


Su vida y aportaciones científicas
en 10 títulos (y varias películas
más)





El Hombre que Sabía Demasiado





Infancia y Estudios

1912-1934

- Nacimiento: 23 de Junio 1912, Londres. Segundo hijo de Julius Mathison Turing y Ethel Sara Stoney.



- Sus padres trabajaban para el Servicio Civil Indio. Así pasó la infancia en hogares de crianza.
- No fue visto como un buen estudiante por los profesores. Su adaptación no fue buena e ignoraba las asignaturas que no le interesaban.
- Sufrió con la muerte de su mejor amigo, Christopher Morcom
- A los 13 años se matricula en la Escuela de Sherbourne (Gray, 1999).
- “¿Autismo?” “¿Bulling?”





Infancia y Estudios

- Turing era un magnífico atleta que estuvo a punto de correr el maratón de las Olimpiadas de Londres del 48
- Después de dos intentos fallidos, se ganó una beca en el King 's College en Cambridge
- También cursó estudios en Princeton y la Universidad de Cambridge





Contexto científico y cultural

- El periodo de los 10's a los 30's preparó el escenario para una confrontación entre lo extremadamente racional y lo extremadamente irracional



EINSTEIN
RUSSELL



DADA
JAZZ
KAFKA



Contexto científico y cultural



Todo se
aleja de ti

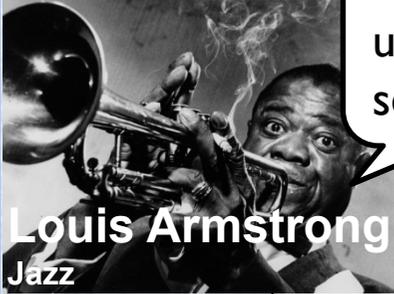
Hubble
Expansión universo

Todo es
incertidumbre



Heisenberg:
Principio de
incertidumbre

Todo es
una Jam
session

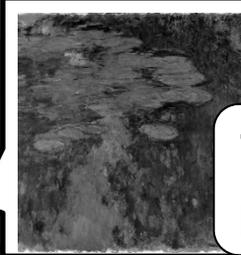


Louis Armstrong:
Jazz

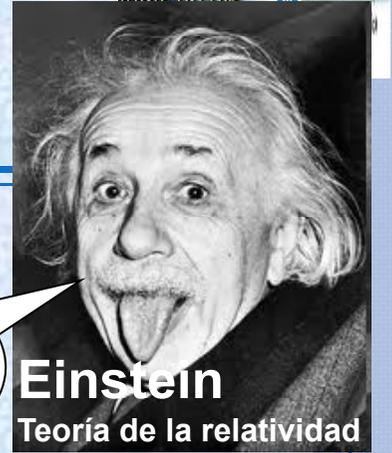


Gamow:
Big band

Todo viene
de un único
punto



Todo es
relativo



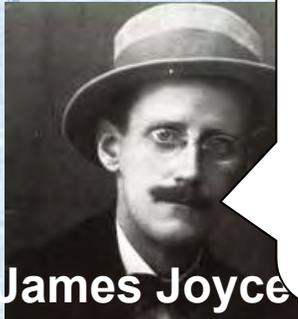
Einstein
Teoría de la relatividad

Tu eres una
probabilidad



Schrödinger
:
Ecuación de ondas

La Historia
es una
pesadilla
de la que
intento
huir.



James Joyce



Fritz Lang
Expresionismo



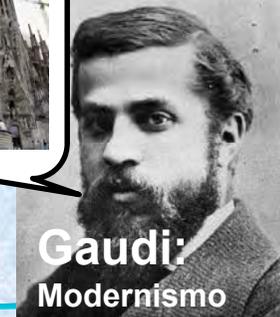
Monet:
Impresionismo



Dali.
Surrealismo



Tu imaginación
es poder



Gaudi:
Modernismo



Saber o no saber: El problema de decisión

- En 1928 el matemático alemán David Hilbert (1862-1943), en el Congreso Internacional de Matemáticas lanzó el desafío de si podría haber un algoritmo (es decir, por medio de un conjunto completo de instrucciones especificable) capaz de determinar si una afirmación en un sistema formal como la aritmética era comprobable o no.
- En 1936 Turing publicó un artículo que demostró que no existía tal método.



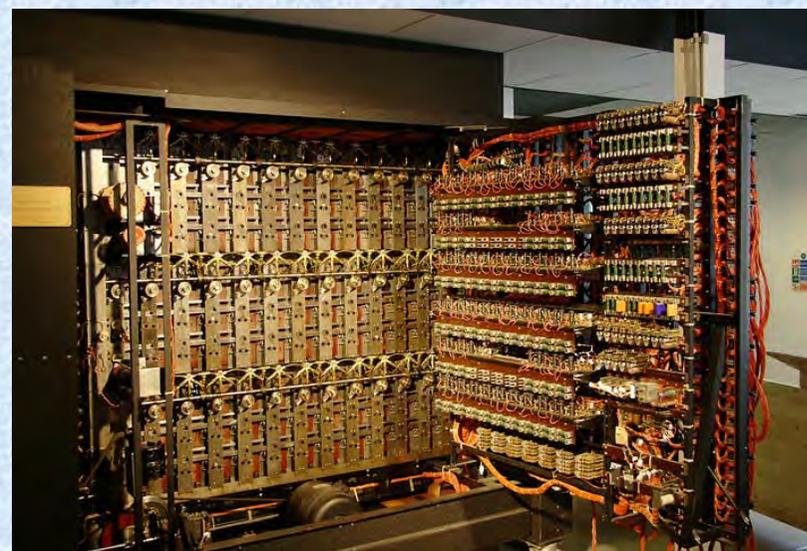
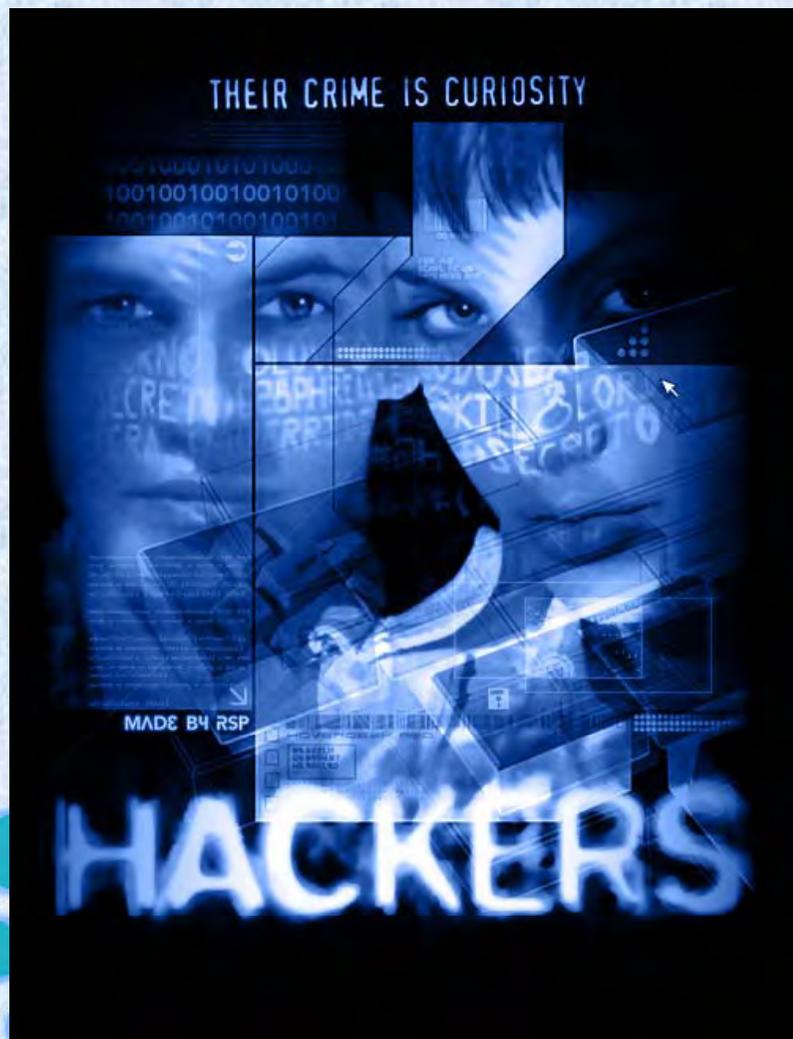
“On computable numbers, with an application to the *Entscheidungs* problem.” Proceedings of the London Mathematical Society, 2(42):230-265. 1936



Los hackers de Bletchley Park



1938-1942



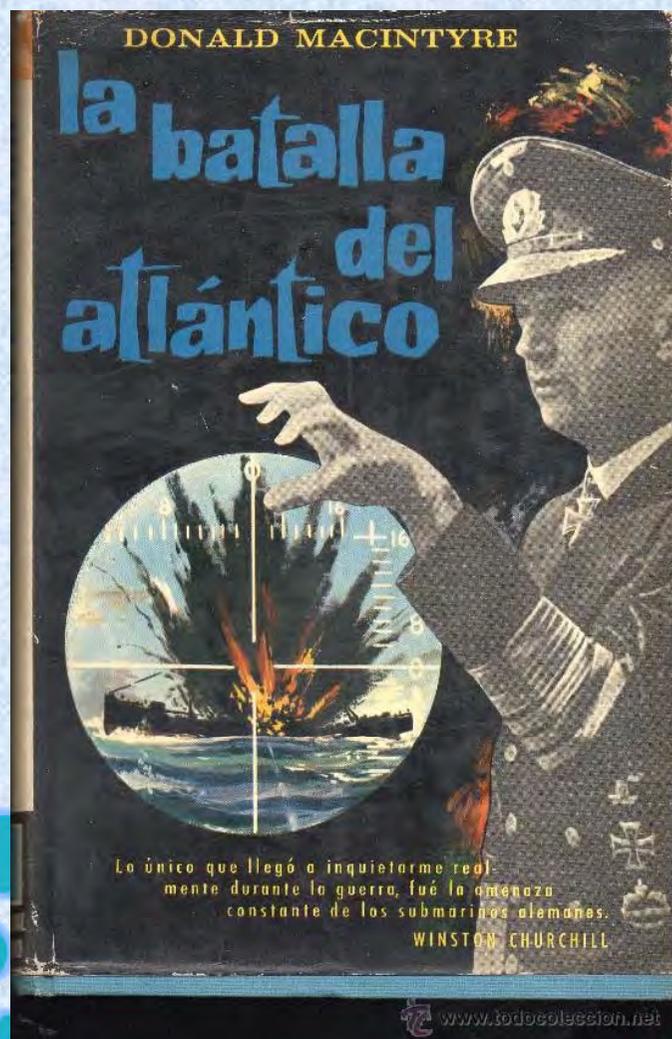


Los hackers de Bletchley Park

- Durante la 2ª Guerra Mundial, Alemania había desarrollado la máquina *Enigma*, para cifrar mensajes.
- Los Servicios de codificación británicos y la Escuela de Cifrado necesitaban descifrar esos códigos y llamaron a Alan Turing para encontrar una solución.



La Batalla del Atlántico



- Un poco de cine bélico:



- La batalla del Atlántico se dirimió tanto en el mar como en tierra entre los servicios secretos y sus divisiones de criptografía



La Batalla del Atlántico

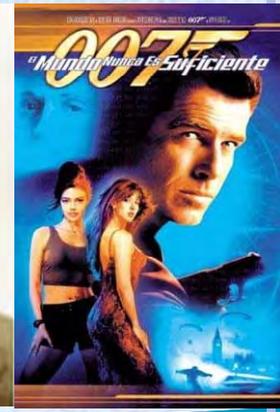
- Aunque en principio la Armada británica estaba más dotada tanto en medios como en tecnología que la *Kriegsmarine*, los alemanes tenían los U-Boot (submarinos).
- Desarrollaron una estrategia muy eficaz de atacar a los barcos mercantes especialmente en su salida de EEUU, para aislar a la Armada y a Gran Bretaña.
- Era clave conocer sus movimientos para la coordinación con EEUU y para organizar de forma segura un desembarco.
- Los submarinos llevaban una Enigma y sus comunicaciones estaban codificadas. Descifrar sus códigos era una tecnología que sin duda posibilitó a los Aliados localizar con mayor facilidad a los submarinos alemanes
- Aunque habían capturado algunos submarinos (y sus Enigma) los americanos fueron incapaces de descifrar sus códigos.





La Batalla del Atlántico

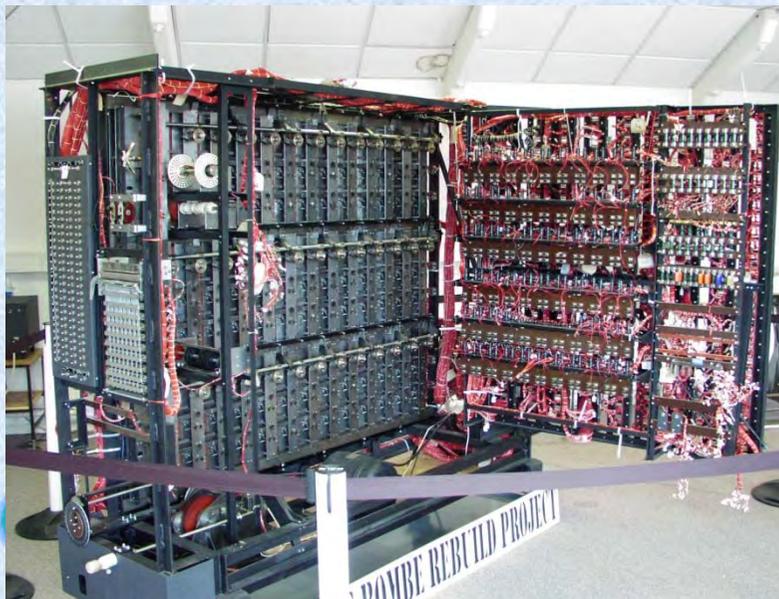
- Un plan británico elaborado durante la guerra logró convencer a Hitler que el desembarco aliado del Día D iba a tener lugar en el Paso de Calais y no en la costa de Normandía, como sucedió.
- El engaño lo llevo a cabo un agente doble (topo): Juan Pujol García, alias Garbo, un empresario español de apariencia sencilla.
- Así supieron que los alemanes habían montado una guardia inútil en Calais, con lo que los Aliados tuvieron la confianza para iniciar la ofensiva.
- Que el plan había funcionado fue confirmado por la interceptación (y decodificación) de un mensaje.





Alan Turing: El primer hacker

- In 1940, crearon un centro en Bletchley Park, donde Turing, junto a Gordon Welchman, construyeron “La Bomba”, una máquina tipo “Colosus” para descifrar los códigos encriptados de comunicación de los alemanes.



- Los métodos Enigma eran considerados indescifrables. Turing lo consiguió a finales de 1939.
- Se asume que salvó muchas vidas y ayudó a Gran Bretaña a ganar la guerra.



Los hackers de Bletchley Park

269D*

MESSAGE FORM

Serial No. _____

Station _____

To: RIZ

From: 2003

Signal Strength: 30

Operator's Remarks: Hora 14/16

Date: 2/7/44

Time: 2134

Conditions of Receipt: _____

104 3000 NR 127 360
STATION R15 30
NR 2 AISW

393 4/

YOHK	STAK	TOHJ	NRKX
NSKON	KKKA	PELJ	ULSDU
UPSDI	STPA	KLCK	PINDICL
DYKND	KVENT	ZEMBY	LAMKE
EGENT	XKRAK	ZIPO	INWIC
WLEGN	AEER	EMNH	ENQSS
JEDUK	KXKHO	DUKRE	NDKCH
HUGKA	ZUTXS	MNDPE	NRKDE
ZTUNV	DEKNA	JGKTO	KVYAD
QHEVT	ERKX	DKKZT	AKSLK

Mensaje inicial

MOST SECRET Mensaje decodificado

FROM: Minister, Stockholm

TO: M. P. A., Tokyo.

NO: 393 DATE July 26th, 1944

SUBJECT: Internal Situation in Germany.

Secret Agent's report (23th)

1. The most discussed subject here of late has of course been the internal situation in Germany. The actual facts of the case will not be known until Germany has announced the results of her investigations, but from a synthesis of reports received up to the present it appears that the coup d'etat was planned by advocates of peace with Russia, centring around a section of the upper strata of the German Army, i.e. the "ADELTKLASSEN" who could not be assimilated by the Nazis, and that their plans were fairly (To complete). On or about Friday of the week before last the Gestapo had already somehow discovered that there was a plot and begun to act. No account of this the conspirators accelerated the execution of their plans which this resulted in failure. Among the anti-Nazi elements in Germany...

((Part 2 missing; Part 3 follows)).



Stockholm Tokyo 393 for JUNZX

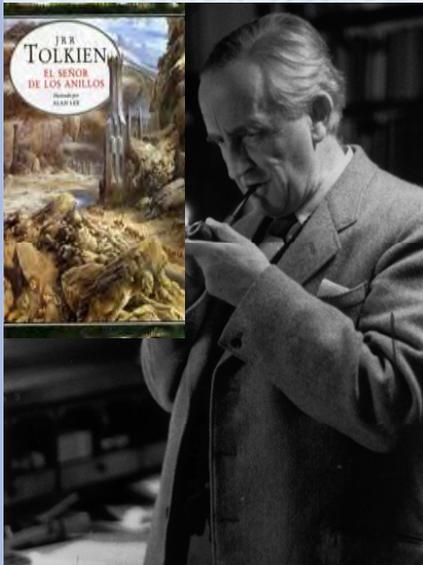
6/1/44

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221
222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289
290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323
324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357
358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374
375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391
392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425
426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442
443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459
460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476
477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493
494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527
528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544
545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561
562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578
579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595
596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629
630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646
647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663
664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680
681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697
698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714
715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731
732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748
749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765
766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782
783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799
800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833
834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850
851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867
868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884
885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901
902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918
919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935
936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952
953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969
970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986
987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003
1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020
1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037
1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054
1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071
1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088
1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105
1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122
1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139
1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156
1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173
1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190
1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207
1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224
1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241
1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258
1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275
1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292
1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309



Los hackers de Bletchley Park

- Bletchley Park llegó a tener 10.000 hombres y mujeres trabajando.
- Tolkien (lingüista y escritor) trabajó en Bletchley Park. ¿Cuánto del señor de los anillos debemos a Turing?
- Hoy es un museo que se puede visitar. El documento del Día D está en los archivos de Bletchley Park.

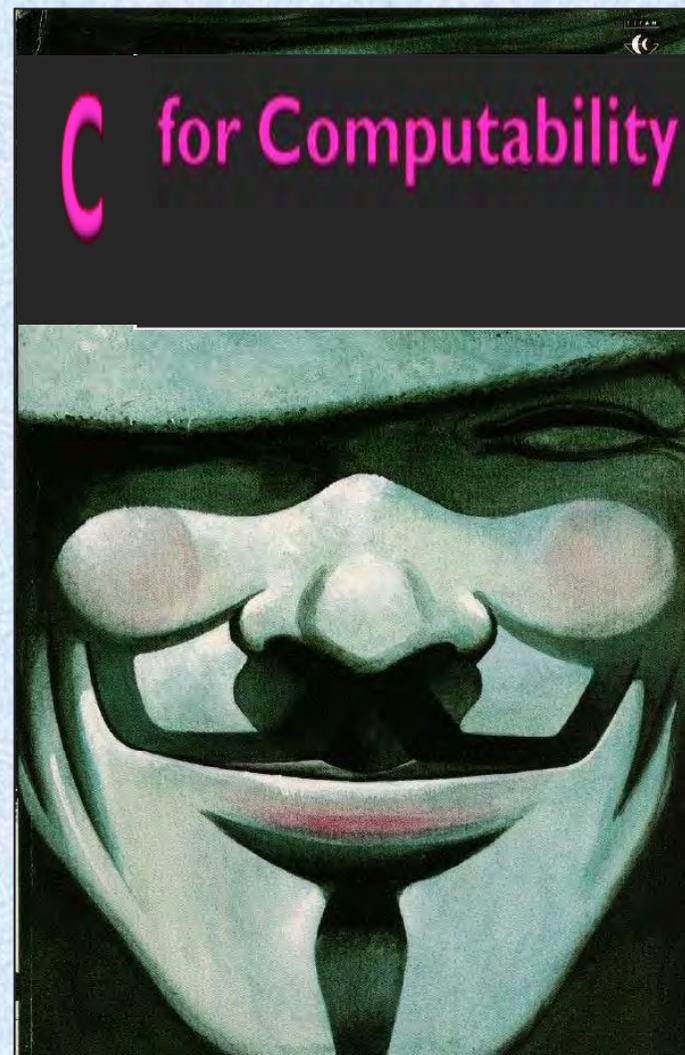


El siglo 20 podría haber sido muy diferente si no fuera por este lugar. Teníamos un ejército de intelectuales desarmados. Kelsey Griffin, director Bletchley Park Museum



<http://www.bletchleypark.org>

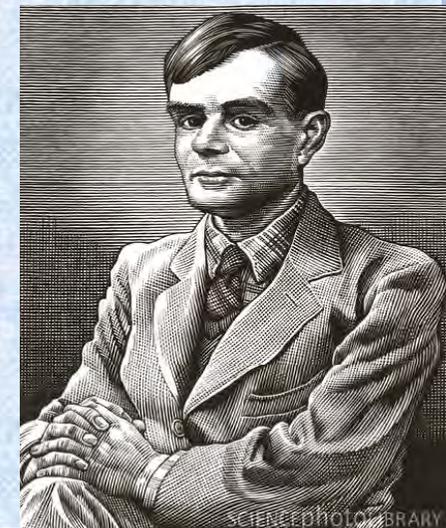
Tiempos modernos: C de Computabilidad





C de Computabilidad

- Ya desde su artículo sobre decisión, resolviendo la conjetura de Hilbert, Turing abordó el problema de definir que es computable y qué no lo es, esto es, si hay procedimientos constructivos (algoritmos, programas, ...) y automatizables para resolver problemas y cuáles de estos lo son.
- Su idea fue definir un procedimiento universal (Máquinas de Turing) y probar propiedades sobre ellas.



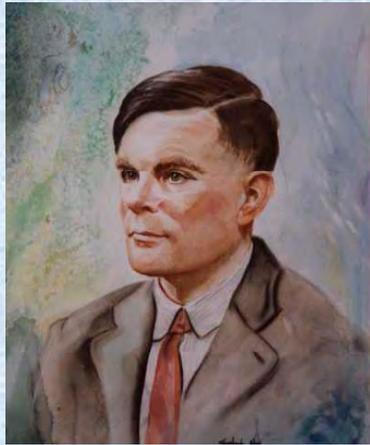


La Tesis de Church-Turning

- Turing, y un lógico llamado Alonzo Church (1903-1995), desarrollaron de forma independiente la idea (aún no probada pero aceptada) que todo lo que puede ser calculado por un procedimiento mecánico puede ser calculado por una máquina de Turing.
- Esto se conoce como la tesis de Church-Turing.



El Problema de parada

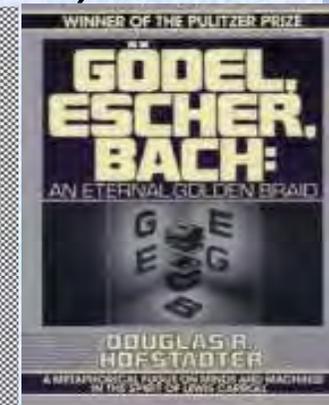
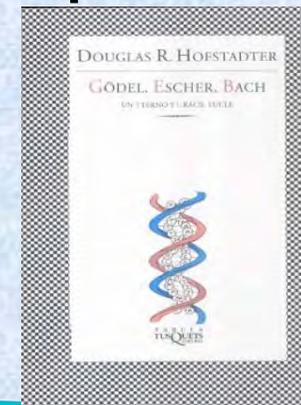


- Un ejemplo de algo que no es computable.
- Creado por Turing en 1936 para definir un problema que ningún procedimiento algorítmico puede resolver.
- ¿Se puede escribir un programa que a partir del programa de un usuario y sus datos de entrada decida si en algún momento
 - se detiene, o
 - se ejecutará sin fin en un bucle infinito?



El Problema de parada

- La respuesta es NO
- La prueba (por reducción al absurdo, relativamente sencilla) está basada en parte en el teorema de Gödel
- A los interesados en este tipo de preguntas (y otras cosas relacionadas con la meta-lógica y los compiladores de compiladores), se aconseja leer
 - Douglas Hofstadter: *Gödel, Escher, Bach: un Eterno y Grácil Bucle*, Tusquets (en Amazon)





Tiempos modernos: Máquina de Turing

- Turing quería formular la idea de un ordenador abstracto que pudiera llevar a cabo cualquier procedimiento que se sigue cuando uno resuelve un problema de matemáticas.
- Estaba intuyendo la posibilidad de construir las primeras computadoras reales de la década de 1940.
- Máquina de Turing (1936): una máquina *abstracta* cuyo comportamiento está determinado por una secuencia de símbolos y cuyo comportamiento determina la secuencia de símbolos
- Una máquina universal de Turing (UTM) es una máquina de Turing que puede simular una máquina de Turing arbitraria.



La Máquina de Turing

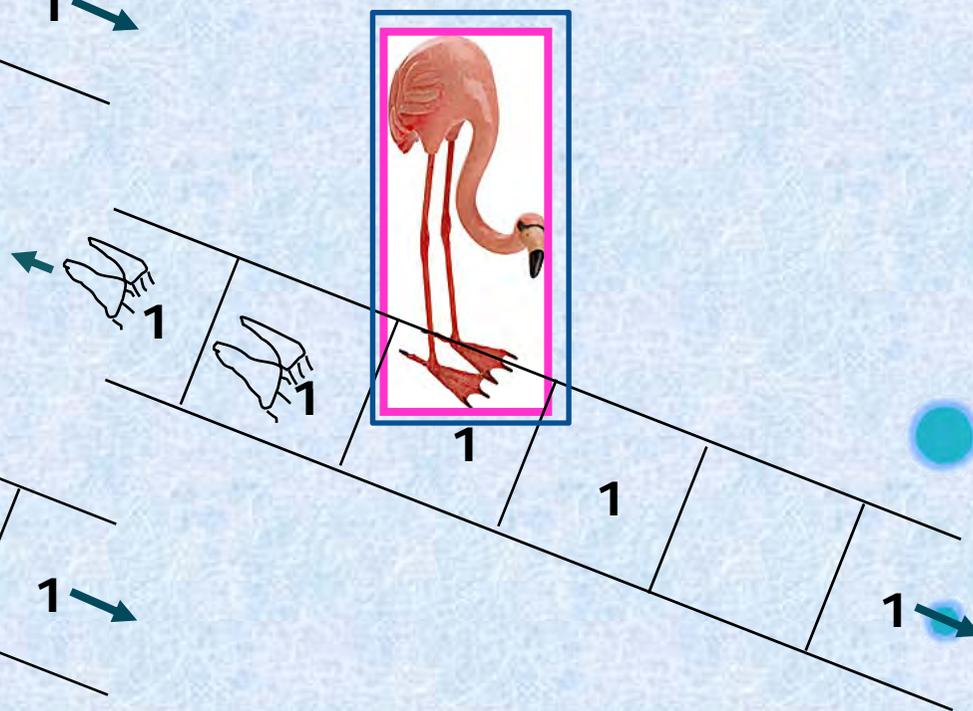
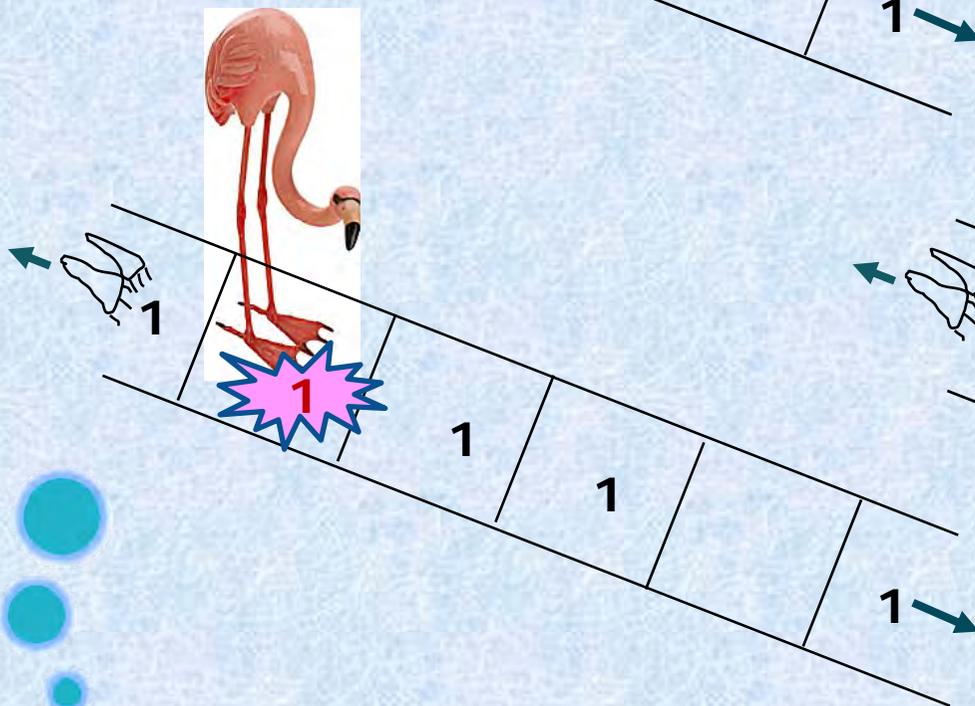
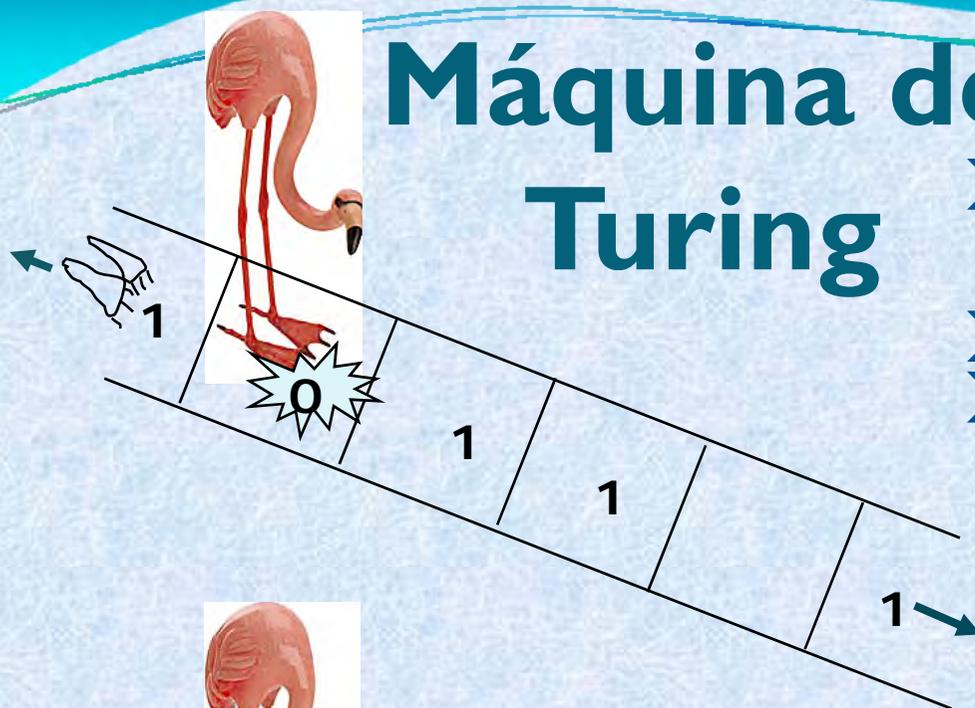
1. Una cinta imaginaria de longitud infinita
2. Un número finito de celdas de la cinta tiene un solo símbolo de un lenguaje finito.
3. Alguien (o algo) que puede leer las celdas y escribir en ellas.
4. En cualquier momento, la máquina está en un estado (son valores concretos de las partes internas de la máquina) de un número finito de estados internos.
5. La máquina dispone de instrucciones que determinan lo que hace a partir de su estado interno y el símbolo que encuentra en la cinta. Se puede
 - cambiar su estado interior;
 - cambiar el símbolo en la celda;
 - seguir adelante;
 - moverse hacia atrás;
 - parar.



Máquina de Turing

Estado actual = 10

Si *estado actual* = 1
y *símbolo actual* = 0
entonces *nuevo estado* = 10
nuevo símbolo = 1
seguir adelante





Abstracción

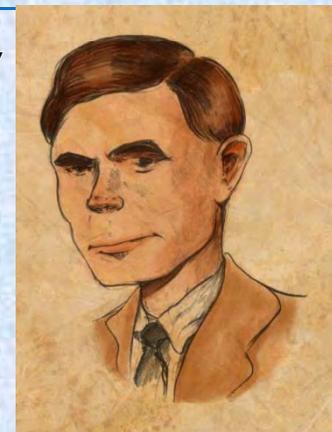
- Es esencial para la idea de una máquina de Turing que no es una máquina física, si no abstracta - un conjunto de procedimientos.
- No hay ninguna diferencia si la máquina está encarnado por una persona con lápiz y papel, una persona con un carricoche o por un flamenco listo y bien entrenado.



- Igual que los computadores actuales, que son muy parecidos a los iniciales aunque usen transistores en vez de válvulas o memorias de núcleos de ferrita o semiconductores

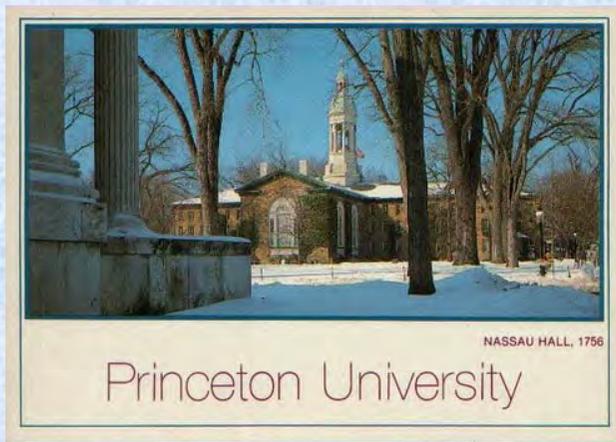
El Teorema de Turing

- En su trabajo de 1936 Turing demostró que hay máquinas de Turing de "propósito general" que pueden calcular lo que cualquier otra máquina Turing
- Esto se realiza mediante la codificación de la función de la máquina de propósito especial como instrucciones de la otra máquina - es decir "programándola". Esto se conoce como el teorema de Turing. Estas son las máquinas de Turing universales.
- La idea de que máquinas concretas (como las calculadoras físicas o *la Bomba* de Bletchey Park) se pueden "universalizar" en una única es lo que lleva al concepto actual de computador y programa almacenado modificable tal como lo conocemos.



Breve Encuentro: Los primeros computadores

1938-1949



Ewald Heben



John von Neumann



Alan Turing



La idea de Turing

- La idea de una máquina única que pudiera realizar cualquier cálculo surgió con fuerza y muchas universidades, corporaciones y agencias gubernamentales de todo el mundo se pusieron a desarrollar los primeros computadores electrónicos prácticos.
- Uno de los principales estaba dirigido por John von Neumann (ingeniero químico húngaro) en el Institute for Advanced Studies
- Von Neumann conoció a Turing en Princeton en el periodo 1937/38. Se reunieron en varias ocasiones y mantuvieron cierta correspondencia después.





Breve Encuentro: Los primeros computadores

- Sin duda von Neumann conocía las máquinas de Turing. Y es posible que en sus encuentros en Princeton profundizaran en la utilización práctica de los conceptos de Turing, en particular en el uso del programa almacenado externo (cintas, tarjetas, etc.) que es patente en la máquina de Turing.
- Pero eran dos personalidades muy diferentes.

I know that von Neumann had great admiration for him and mentioned his name and "brilliant ideas" to me already, I believe, in early 1939.

I cannot answer for sure your question whether von Neumann was aware of his paper "Computable Numbers", but I suppose that it was the case. For example von Neumann proposed a game to me, each of us writing down on a piece of paper as big a number as we could, defining it by a method which indeed has something to do with some schemata of Turing's. That was on a trip both of us took to Europe on a boat, (the Cunard's Georgic) in 1938.

I never met Turing personally.

Very sincerely yours,

S. Ulam

S. Ulam

1, from von Neumann 1951?

THE INSTITUTE FOR ADVANCED STUDY
PRINCETON, NEW JERSEY

Dec. 5.

My dear Mr. Turing,
many thanks for your
kind letter and your manuscript

Hoping to hear from
you again,

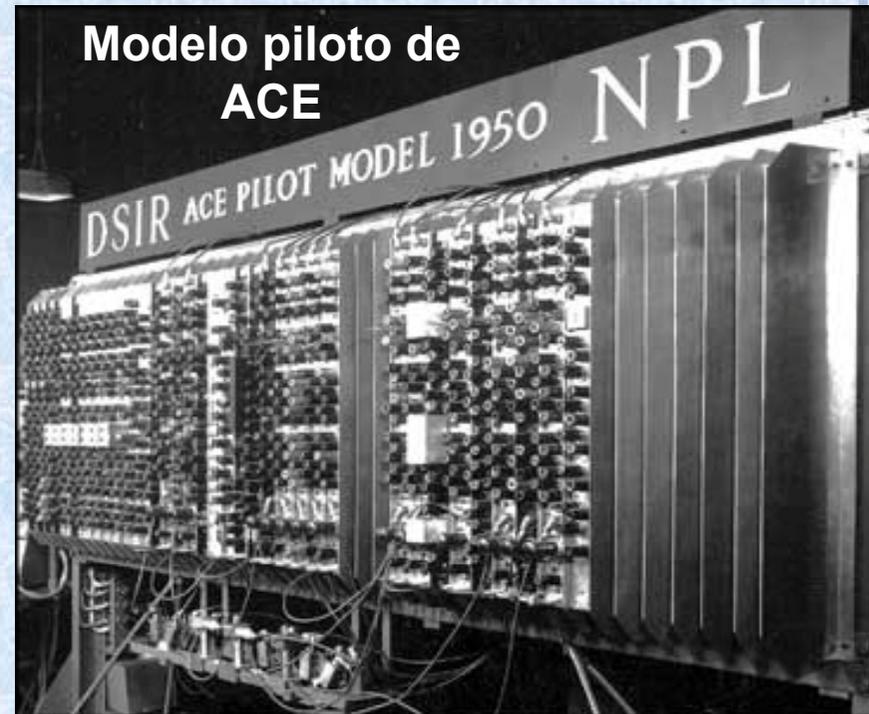
I am sincerely yours

John von Neumann



Construyendo la Máquina

- En 1945, Turing fue invitado al Laboratorio Nacional de Física (NPL) británico para trabajar en la construcción de la ACE, el primer computador digital basado en programas.
- Turing propuso diseños detallados de circuitos y las especificaciones de las unidades de hardware, programas de prueba en código máquina, e incluso una estimación del coste de la construcción de la máquina, en alguna parte alrededor de 11.000 libras (13.200 €).

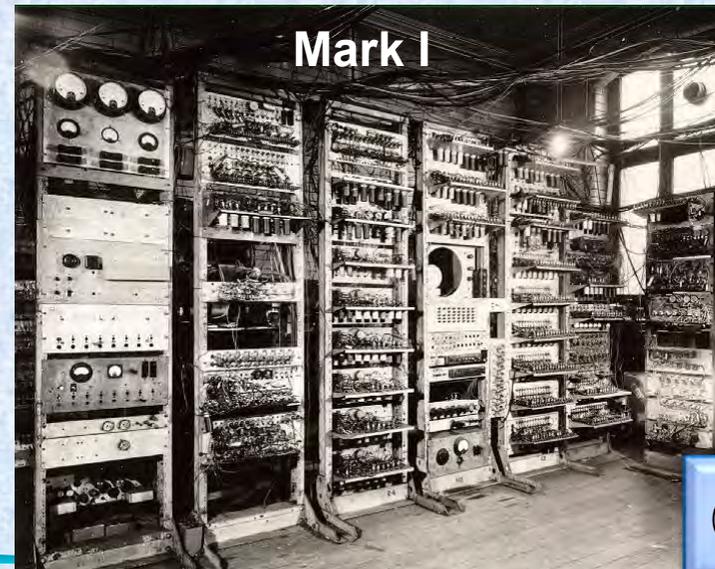


- Sin embargo, el progreso en el desarrollo fue limitado debido a la desorganización del NPL y a que el manejo y cantidad de memoria eran inadecuados

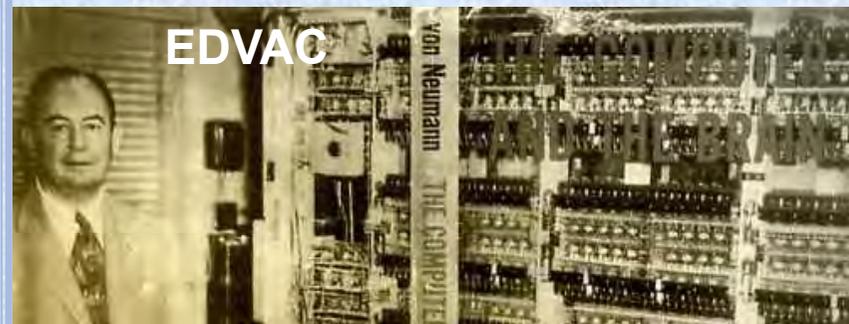


Nuevos diseños a partir de esas ideas

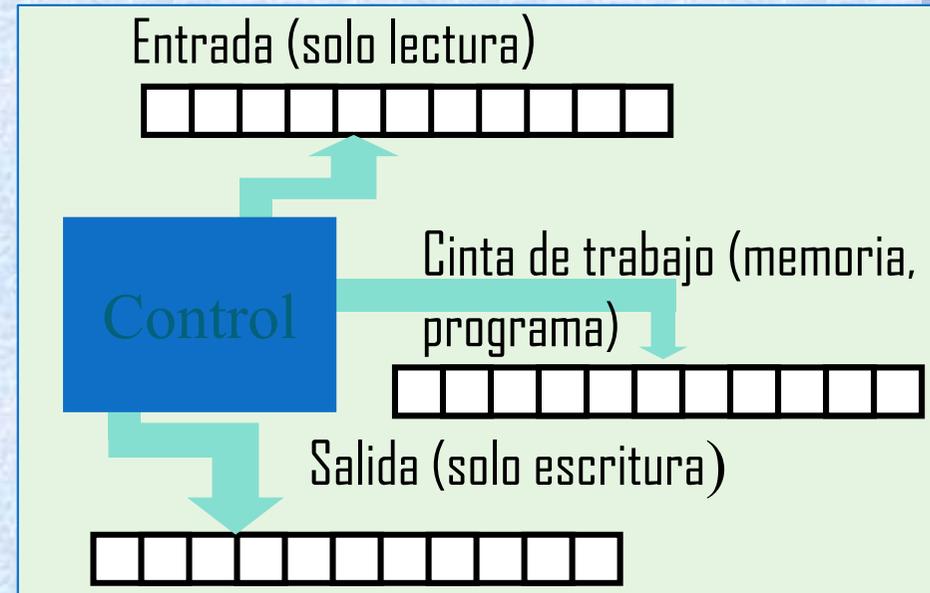
- Los jefes del NPL predijeron que del DEUCE, la versión comercial de ACE, sólo se venderían tres unidades. Se vendieron treinta.
- Muchos otros diseños se basaron en el ACE, incluyendo el G15, Packard-Bell PB250 y MOSAIC, que se utilizó para la defensa aérea durante la Guerra Fría.
- Las ideas principales de ACE iba a ser utilizado para construir el SSEM/Mark I (1947-1951) en Manchester, con una programación donde colaboró el propio Turing. Esta máquina fue el primer computador digital de propósito general comercializado de Gran Bretaña.
- Para algunos autores es el verdadero origen de los modernos computadores. En él se desarrollaron los primeros programas de Inteligencia Artificial para el ajedrez (algunos por el propio Turing), las damas, e, incluso, la creación de la primera música por ordenador (programa por amigos de Alan Turing).



EEUU: Arquitectura von Neumann



Distinción entre datos e instrucciones



A finales de los 40 von Neumann colabora el proyecto ENIAC. Su solución al problema del recableado de ENIAC al cambiar de programa es que la información sobre las operaciones a realizar (instrucciones) estén en la misma memoria utilizada para los datos. Surge la máquina EDVAC y luego en UNIVAC I (comercial).



El problema de la memoria

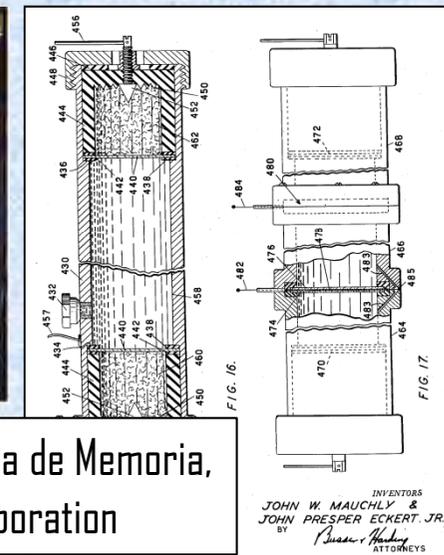
- ACE usaba tubos de mercurio para su diseño de memoria de acceso rápido. Se denominaba “memoria acústica” y provenía del diseño de los radares usando las propiedades de impedancia acústica del mercurio traducida en 0's y 1's
- Pero esta técnica de memoria era secuencial y por tanto muy poco eficiente en tiempos de acceso. Turing atacó este problema proponiendo la “codificación óptima”.



Maurice Wilkes y la memoria de Mercurio de la EDSAC



Memoria de mercurio del UNIVAC I



Patente U.S. 2,629,827 "Sistema de Memoria, Eckert-Mauchly Computer Corporation



Código Óptimo

- En este sistema, las instrucciones no se almacenan en posiciones consecutivas, sino más bien en posiciones relativas que pueden ser seleccionados por el programador de modo que cada instrucción puede utilizarse cuando se necesite.
- Cada instrucción también indica donde se encuentra la siguiente instrucción.
- Esto aumenta la labor de programación, pero también incrementa sensiblemente la velocidad del computador y permitr abordar problemas que necesitan más memoria, un compromiso que merece la pena.



Delay line

With Alan Turing and Maurice Wilkes chose delay lines for primary memory. As a result, delay lines were used in English computers throughout the 1950s. This delay line is from Thomas Corporation's 1958 Sigma Computer. Designing with delay lines influenced the machine's basic clock cycle. Programmers learned to optimize the machine and were forced to accept the simplicity of programming for machines with random access primary memory.



From the collection of
The Computer Museum, Boston, Mass.
© 1988

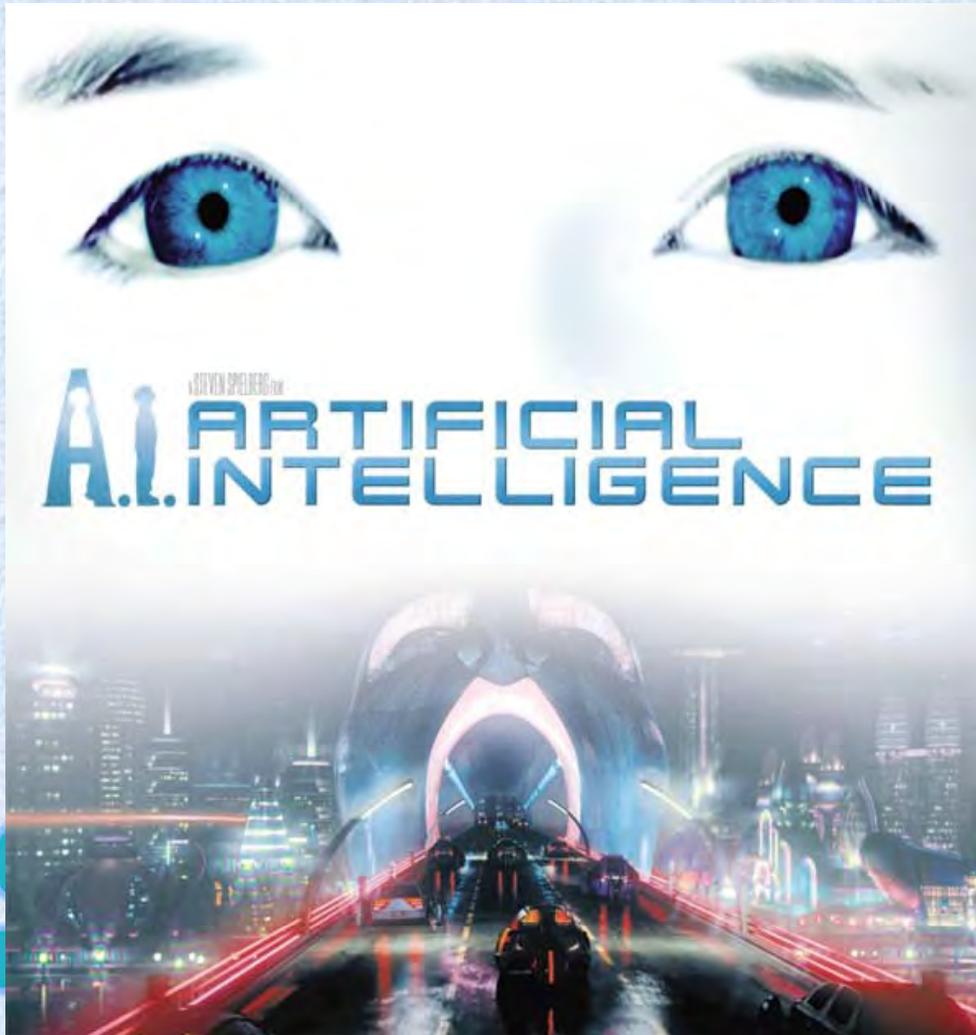
Museo de Computación -Cambridge



¿Pueden pensar las máquinas?: IA



1950

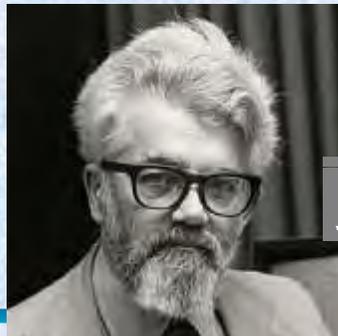




¿Pueden pensar las máquinas?

- En 1950, Turing se pregunta si las máquinas pueden pensar.
- Afirma que esta pregunta es demasiado vaga, y propone sustituirla por otra diferente.: ¿Pueden las máquinas pasar el "juego de imitación"? Si pueden, es que son inteligentes.
- Es el test de Turing. Turing es el primero en ofrecer una rigurosa prueba para la determinación de la inteligencia artificial (aunque no la llamó así).

“Computing machinery and intelligence,” 1950
- Puede considerarse en origen de la Inteligencia Artificial: la disciplina de construir máquinas y programas que sean inteligentes como los humanos



John McCarthy (1927 –2011)



The Turing Test

- El juego funciona así.
 - Uno se sienta en un terminal y tiene una conversación electrónica, sin saber si lo que hay en el otro extremo es una persona o un programa de computador.
 - Si no se puede distinguir entre un ser humano y un computadora por sus interacciones, entonces el programa es inteligente.
- Es una condición suficiente de inteligencia, puede haber otras maneras de ser inteligente.





Algunos ejemplos

- El test está lejos de satisfacerse, de forma global, pero ha habido y hay programas cada vez más convincentes de forma local y en corto plazo
- Una aplicación de Facebook envía automáticamente una felicitación de cumpleaños a la lista de amigos. Tanto el mensaje como la hora del día son seleccionados al azar, por lo que si varios de tus amigos utilizan esta aplicación te costará decidir cuál de las felicitaciones es automática, ya que se ven y se sienten como hechas a mano.
- La razón es que cada vez los humanos nos preocupamos menos en hacer sofisticadas felicitaciones (ya no son voluminosas cartas a mano o largas llamadas telefónicas). Dicho de otro modo, el test de Turing puede satisfacerse:
 - Haciendo a los programas más inteligentes
 - Haciendo a los humanos más tontos.

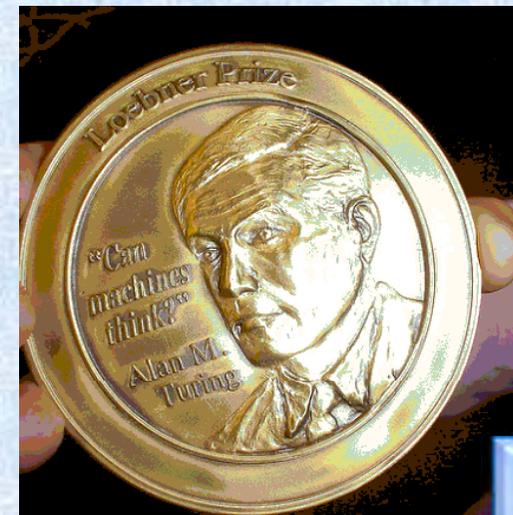




Premio Loebner

- El **Premio Loebner** es una competición de carácter anual que concede premios a un programa de ordenador que esté considerado por el jurado que lo compone, como el más inteligente de los que se han presentado, según en test de Turing.
- Empezó en 1991, 100.000 \$ (75.000 €) de premio (aun no concedido)

<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>





IA: El argumento

- *Teorema:* La IA es posible:

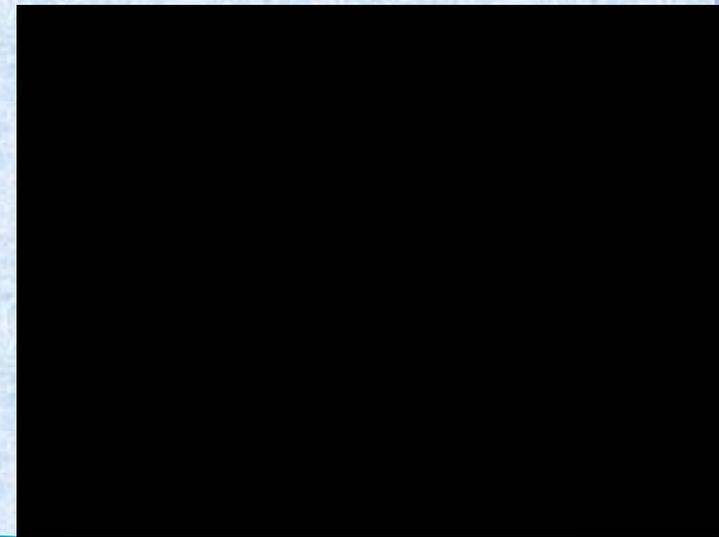
Axioma 1: Las operaciones que se puede calcular mediante un procedimiento mecánico puede ser calculado por una máquina de Turing. (Tesis de Church-Turing)

Axioma 2: El pensamiento no es más que el cómputo de funciones por procedimientos mecánicos (es decir, el pensamiento es la manipulación de símbolos) (Tesis Funcionalista-computacional)

Conclusión: Por lo tanto, el pensamiento puede ser realizada por una máquina de Turing.

Axioma 3: Las máquinas de Turing pueden realizarse de muchas maneras. En particular, puede ser realizado por los computadores, robots, etc.

Corolario: Es posible construir un ordenador, robot, etc. que pueda pensar. Es decir, la IA es posible.

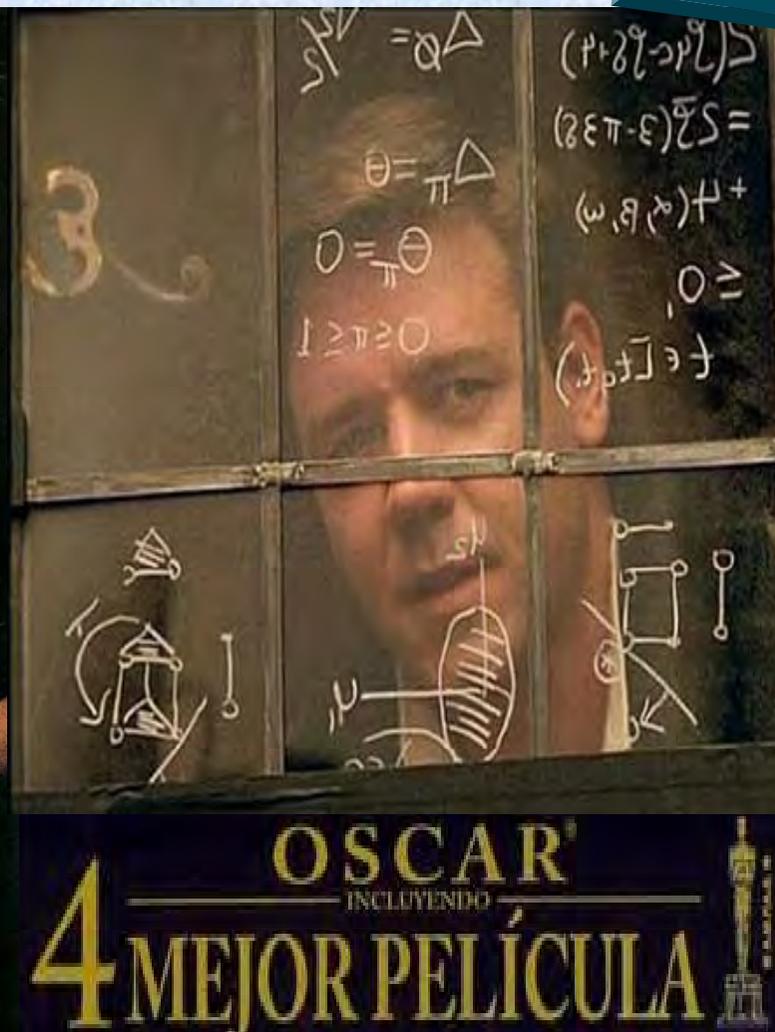
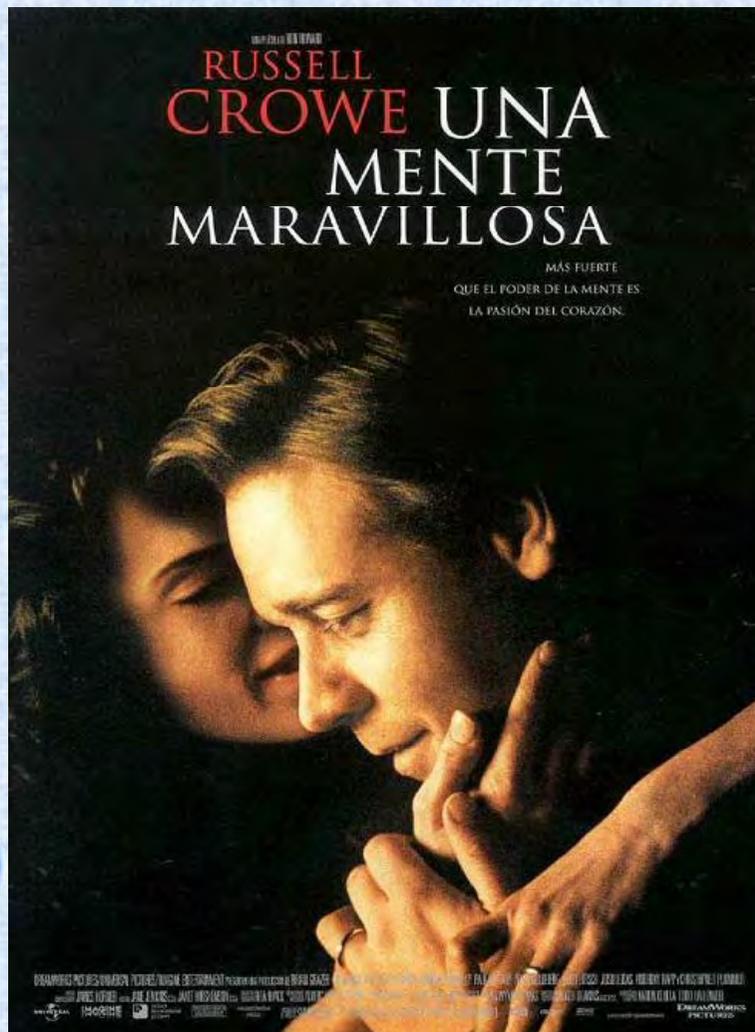




Una mente maravillosa

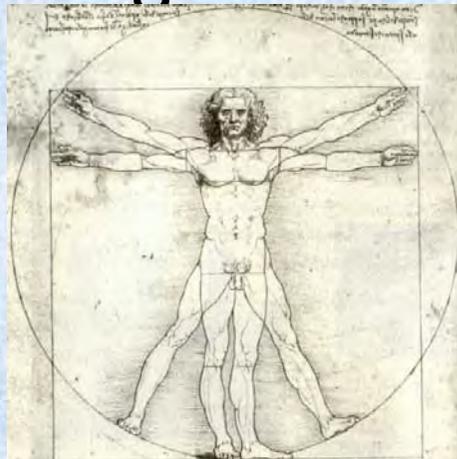


1950-1953



Una mente maravillosa

- Pero Turing realizó muchas otras aportaciones, pioneras y visionarias:
 - Ajedrez
 - Verificación de programas
 - Morfogénesis

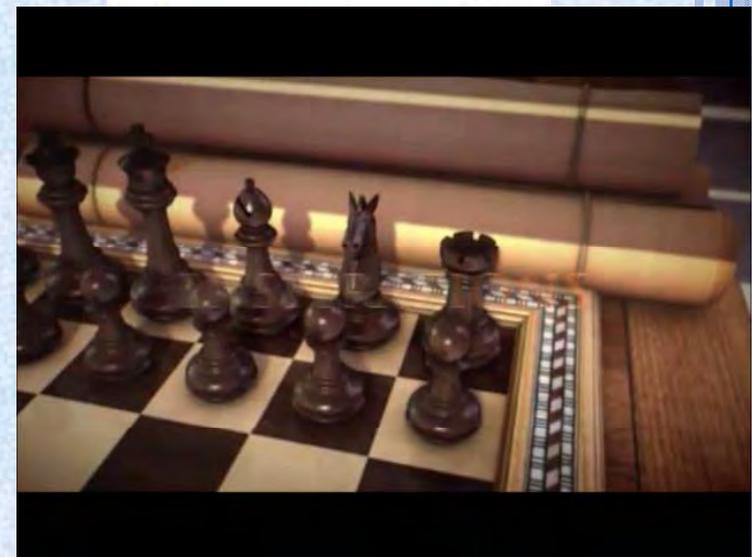
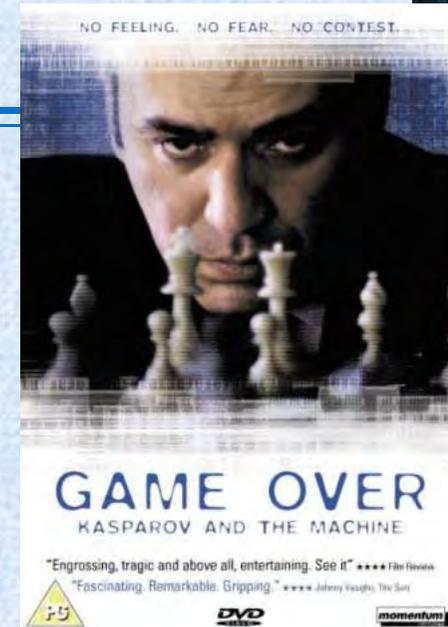


search ID: cs13030



Game Over

- Turing fue pionero en desarrollar un programa que jugaba al ajedrez. Su programa tenía los primeros esbozos de aprendizaje automático, ya que el programa mejoraba según más jugaba.
- Aunque solo era un sueño imposible en el tiempo de Turing, progresivamente los programas de ajedrez fueron capaces de vencer a casi todos los jugadores de ajedrez, excepto a la élite mundial.
- Pero el momento en que un computador gana a un campeón del mundo llegó en 1997.





Game Over

- Mayo de 1997. Deep Blue, un programa desarrollado por IBM, tras algunos intentos fallidos, ganó a Gary Kasparov: 3,5 a 2,5
- Deep Blue (el supercomputador RS/6000 SP) puede analizar 200.000.000 posiciones en un segundo, Kasparov 3.
- En 2011, IBM desarrolló Watson, para jugar (y ganar) al Jeopardy, procesando lenguaje natural.





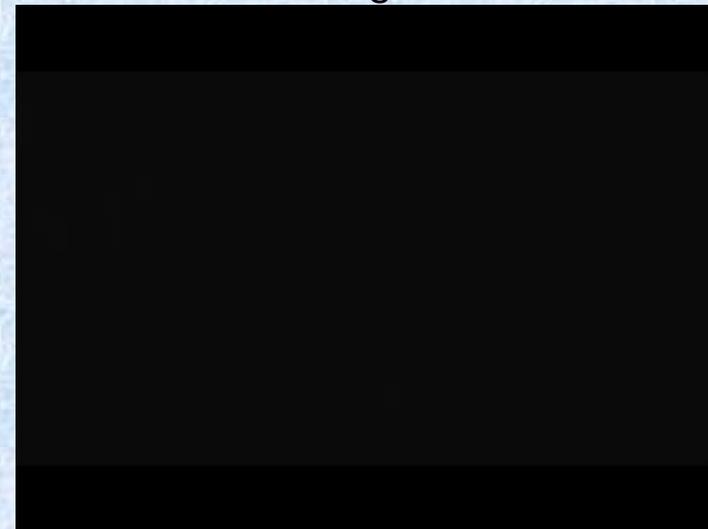
Verificación

- “¿Cómo podemos comprobar una extensa rutina (procedimiento) en el sentido de estar seguro de que es correcta? Para hacer la tarea más sencilla al comprobador el programador debe incluir una serie de aseveraciones que puedan probarse individualmente y de las que se ha de derivar de forma sencilla la corrección del programa.

Checking a Large Routine, *Conference on High Speed Automatic Calculating Machines* 1949

- Introduce la verificación, las aseveraciones, la modularidad en las pruebas, y apunta a la automatización, todo ello todavía en desarrollo.

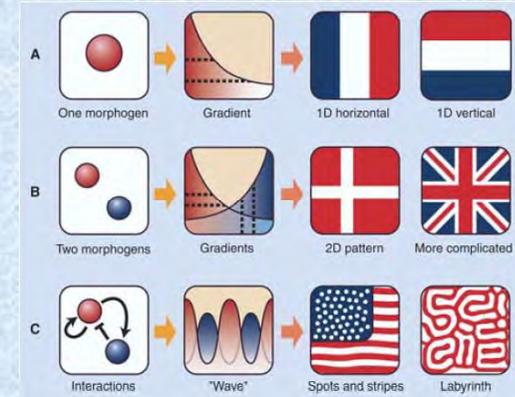
Reimpreso en Morris, F.L., & Jones, C.B. (1984), "An Early Program Proof by Alan Turing", *Annals of the History of Computing*



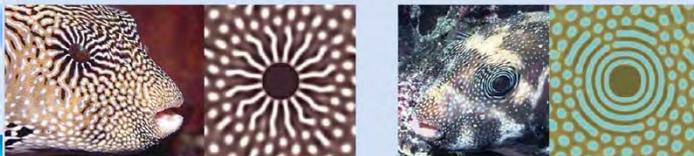
Morfogénesis/Modelado

- Teoría biológica de la morfogénesis: Turing modeló con ecuaciones de reacción-difusión cómo se generan patrones (como las manchas en la piel de un animal) durante el desarrollo de un embrión.

The Chemical Basis of Morphogenesis Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1952
(+ 1500 citas)



- La morfogénesis no es solo responsable de la formación de patrones en la pigmentación de los seres vivos. También son responsables de la asimetría izquierda-derecha en los vertebrados, el desarrollo de las extremidades, la ramificación de los pulmones y del sistema circulatorio, etc.



- Los trabajos de S. Kondo han reafirmado el valor actual de este trabajo:

Reaction-Diffusion Model as a Framework for Understanding Biological Pattern Formation, Science 329- 2010.

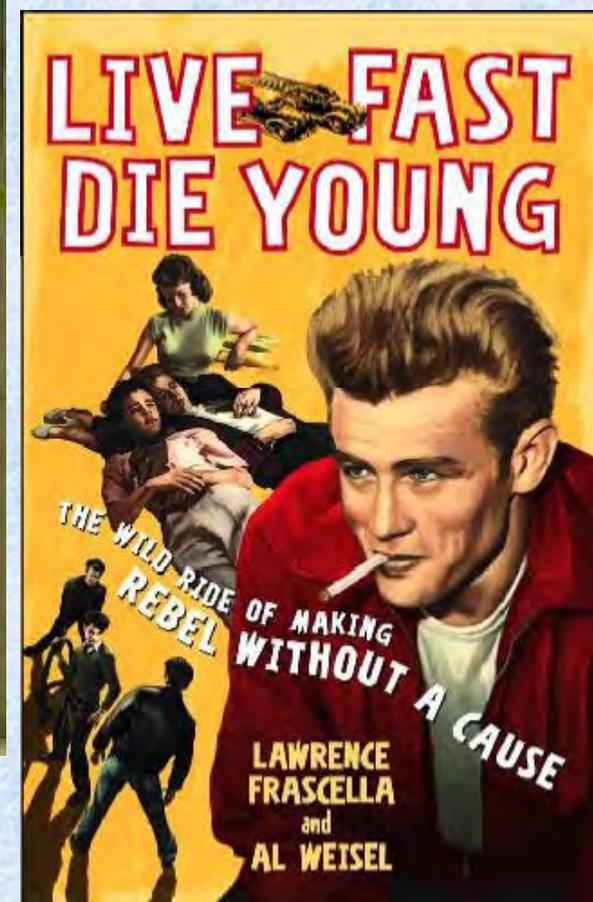
- Modelado = Informatización de la naturaleza

Rebelde con causa: Tragedia y Legado

1952-1954



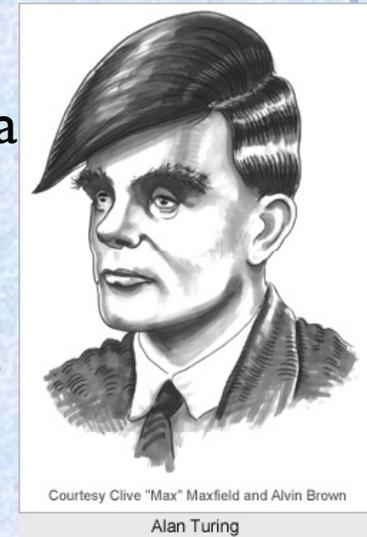
con





El final de una vida muy corta

- Las tribulaciones del final de la vida de Turing están relacionadas con su homosexualidad.
- En 1952 su casa fue robada por un conocido de la pareja sexual de Turing. Éste lo denunció y en su explicación a la policía de cómo sabía quién era el ladrón, Turing no ocultó su relación.
- Para él no era ningún acto reprobable, pero la ley británica consideraba entonces delito la homosexualidad.
- Fue detenido y condenado por indecencia y perversión sexual, bien a un año en prisión bien a aceptar una terapia hormonal experimental para "curar" su homosexualidad. Eligió la segunda para poder continuar trabajando y porque la condena en prisión significaría la prohibición de acceso a programas con control de seguridad, de los que él formaba parte.





El final de una vida muy corta

- El 7 de junio 1954 Turing murió por envenenamiento por comer una manzana tratada con cianuro de potasio
- Oficialmente fue un suicidio. Turing adoraba *Blancanieves* y *los Siete Enanitos* y posiblemente eligió esa forma tan poética de morir. Nunca se recuperó del insulto de su condena, especialmente porque la consideraba injusta para una persona que había dado tanto por su país. El tratamiento de reducción de la libido le mató, como genio y como persona





El final de una vida muy corta

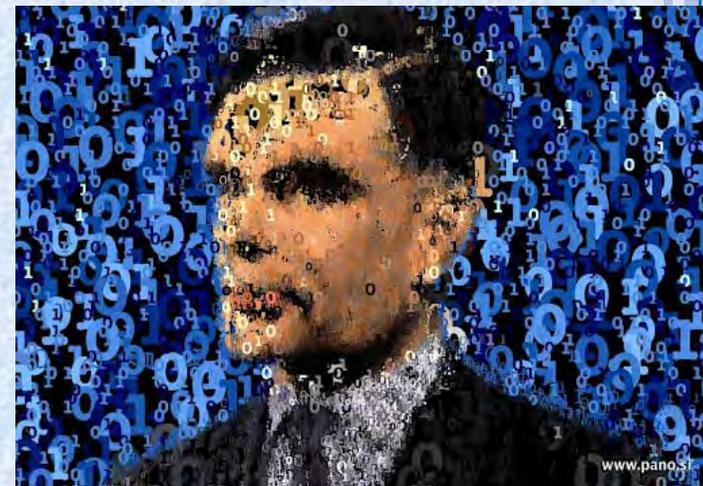
- Por el contrario, hay gente que duda de esta versión. Su muerte no se produjo hasta un año después del final del tratamiento cuando su vida parecía haber vuelto casi a la normalidad. Afirman que la publicidad de su homosexualidad no podía ligarse a alguien que había escrito páginas gloriosas y conocía secretos tan profundos del país y que su muerte pudo ser ordenada por algún cuerpo secreto del gobierno.





La Informática sigue siendo joven

- ¿Hemos avanzado mucho en la informática? Es verdad que es una ciencia muy joven, pero:
 - El telescopio Hubble transmite 0.1 terabytes de datos a la semana, aproximadamente *un millón* de veces más datos que el telescopio de Monte Palomar de 1936
 - En 1940, el punto más alto jamás alcanzado por un aviador era de 10 kms.
En 1969, Neil Armstrong viajó 380M kilómetros en el cielo, es decir, *38 millones* de veces superior.
 - En 60 años la velocidad de los ordenadores ha aumentado "sólo" *diez mil veces*





La Informática sigue siendo joven

- **Hardware:** Aparte de la obvia miniaturización, ¿realmente ha cambiado tanto?
 - Todavía funciona con electricidad
 - Se sigue utilizando la lógica binaria
 - Todavía es intrínsecamente una máquina de Turing (esto es, radicalmente diferente en la naturaleza y la estructura a un cerebro humano)



	ENIAC	iPAD
Componentes	18.000 tubos	177.6M trans.
Tamaño	22m ²	53mm ²
Frecuencia	100KHz	1GHz
Consumo	174 KW	750miliW
Coste	380.000€	580€





La Informática sigue siendo joven

- **Software:** Ciertamente hoy puede haber 2 millones de programadores trabajando en miles de programas (en lugar de los seis que programaron ENIAC), pero ¿hay tantos cambios?
 - Todavía está escrito en un lenguaje artificial que es difícil de entender
 - Aún está lleno de errores
 - Todavía se piden cambios continuamente
 - Sigue siendo mayoritariamente procedimental (esto es, radicalmente diferente a la forma de pensar humana)





El siglo Turing

- ¿Puedes nombrar cualquier logro de los últimos 50 años (desde la llegada a la Luna a la clonación animal) que hubiera ocurrido sin la informática?

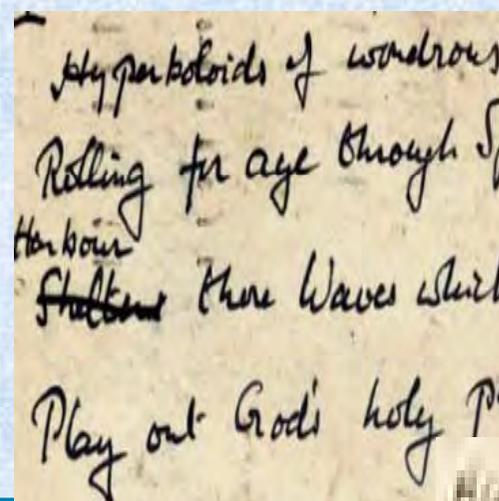
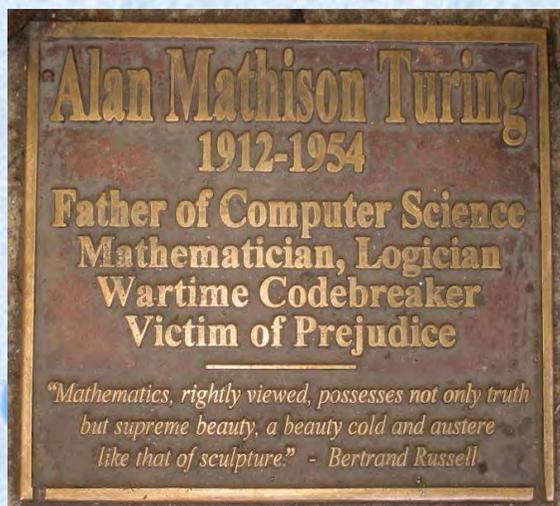


- Hoy sería difícil imaginar la vida sin las computadoras. !Es gracias al trabajo de Turing que hemos sido capaces de evolucionar con la tecnología!



Reconocimiento

- En 1998, el gobierno británico reconoció oficialmente su lugar de nacimiento con el descubrimiento de una placa oficial.
- En 2009 el primer ministro británico Gordon Brown ofreció una disculpa pública.
- La Royal Society le nombró miembro y le coloca al nivel de Newton, Boyle, Darwin o Watt
- La Reina visitó Bletchley Park en homenaje a su labor.
- Sin embargo, el Parlamento británico le costó conceder el indulto (la reina lo hizo en 2013) y, por tanto, poder ser héroe nacional.



POEMA de A: Turing

Hiperboloides de la Luz maravillosa

*Rodando por siempre a través del Espacio y el
Tiempo*

Puerto de las olas, que podría de alguna manera

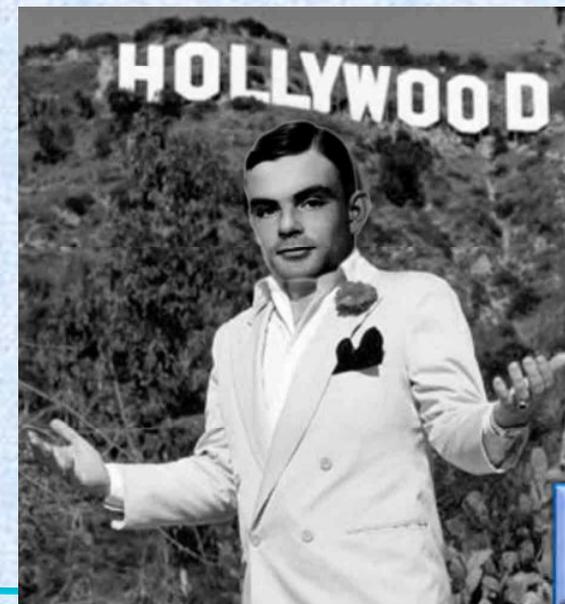
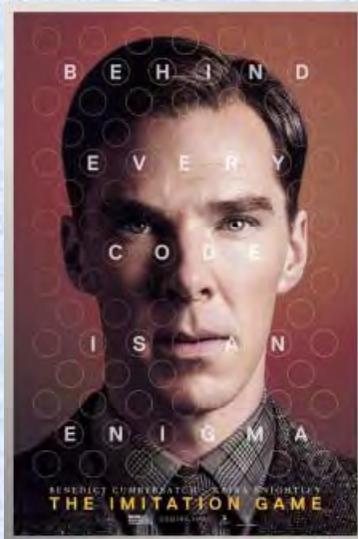
Juega a la pantomima sagrada de Dios

Alan Turing

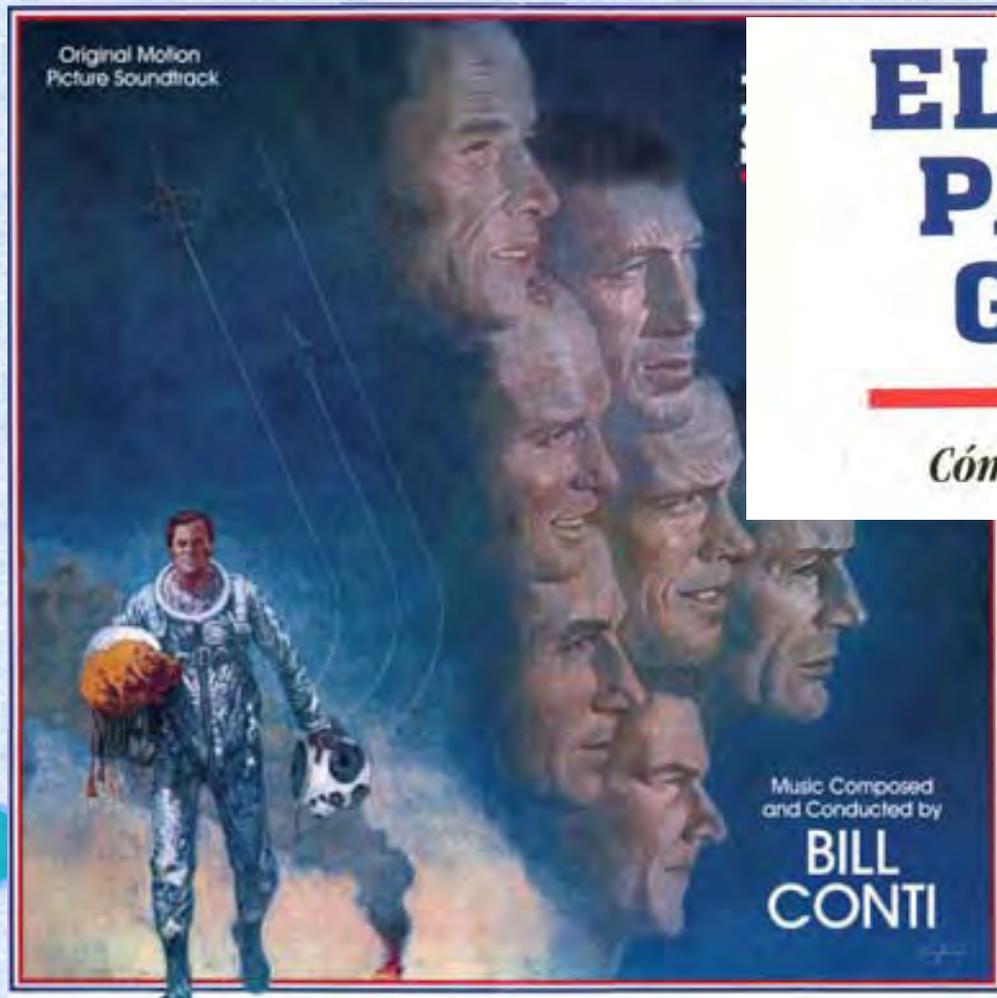


Reconocimiento

- El equivalente al premio Nobel en Informática es el premio Turing.
- Steve Jobs era un gran admirador de Turing y su nombre y logo provienen de su azaroso final(!?).
- La película *The Imitation Game* ha despertado el interés por Turing y le ha dado a conocer al gran público. Está basado en la novela biográfica *Alan Turing: The Enigma*.



Elegidos para la Gloria



ELEGIDOS PARA LA GLORIA

★

Cómo comenzó el futuro.





Elegidos para la Gloria

- La informática se ha reivindicado como tecnología y como ciencia.
- La informática en España ocupa un papel muy relevante.
- Las matemáticas también aportan cantidad y calidad en la investigación científica en España.
- Veremos ahora unos cuantos datos.

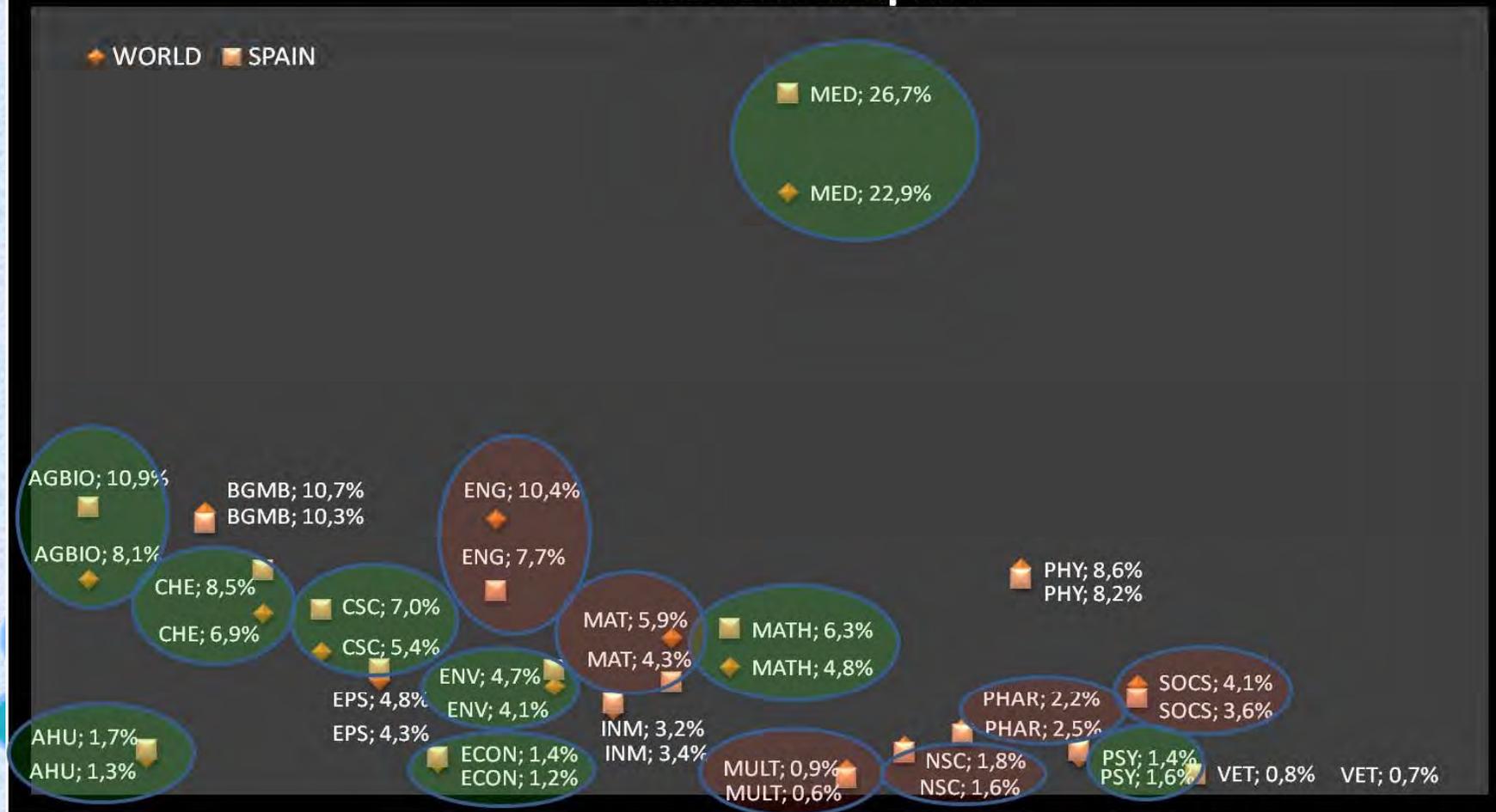


Áreas científicas - España



Datos de **SJR** SCImago Journal & Country Rank
 Gráficos: *Elaboración propia*

Comparision contribution subject areas to the total 2010: World and Spain



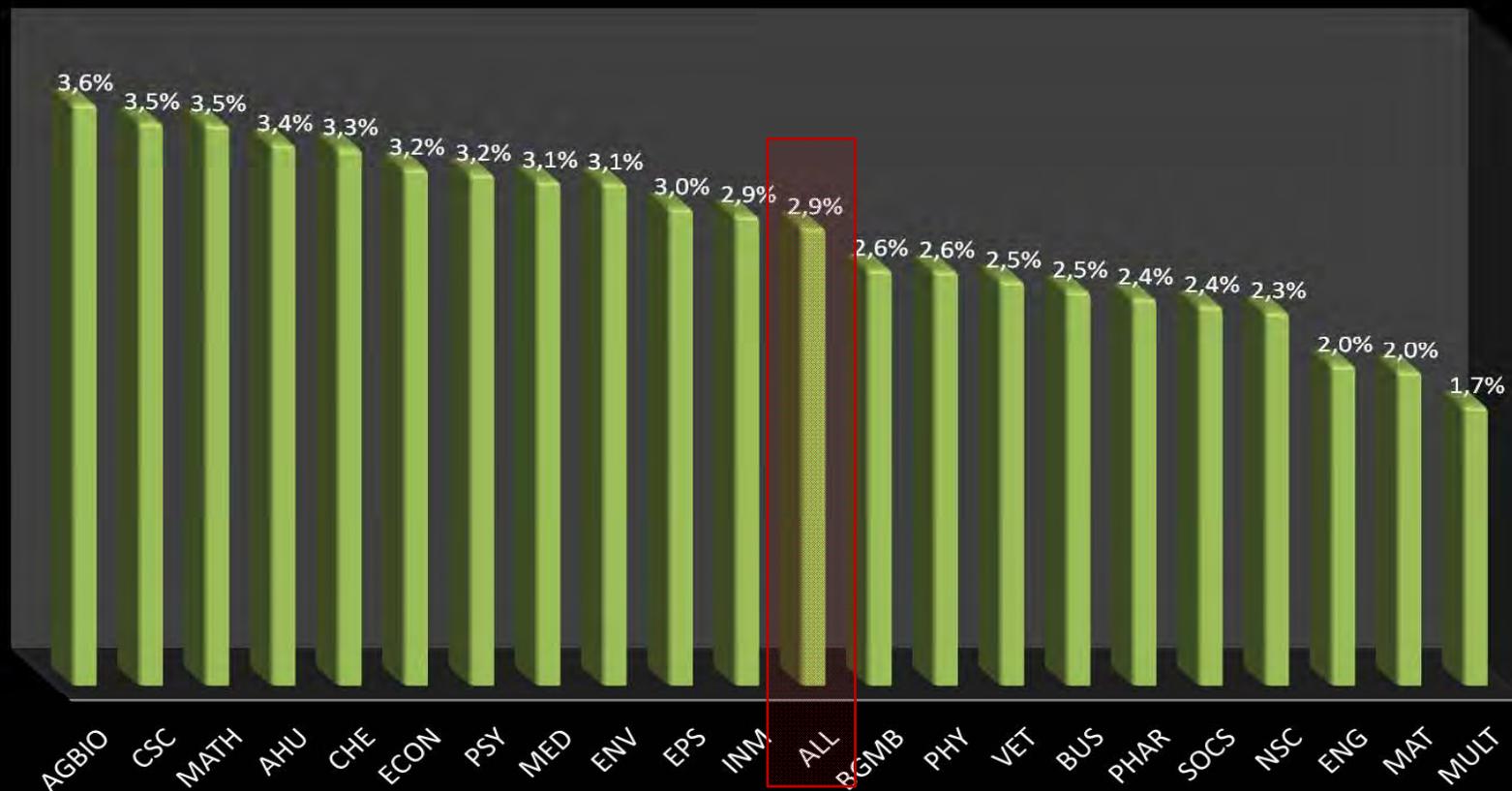


Áreas científicas - España



Datos de **SJR** SCImago Journal & Country Rank
Gráficos: *Elaboración propia*

Spanish contribution to the world total (2010)
- by subject areas



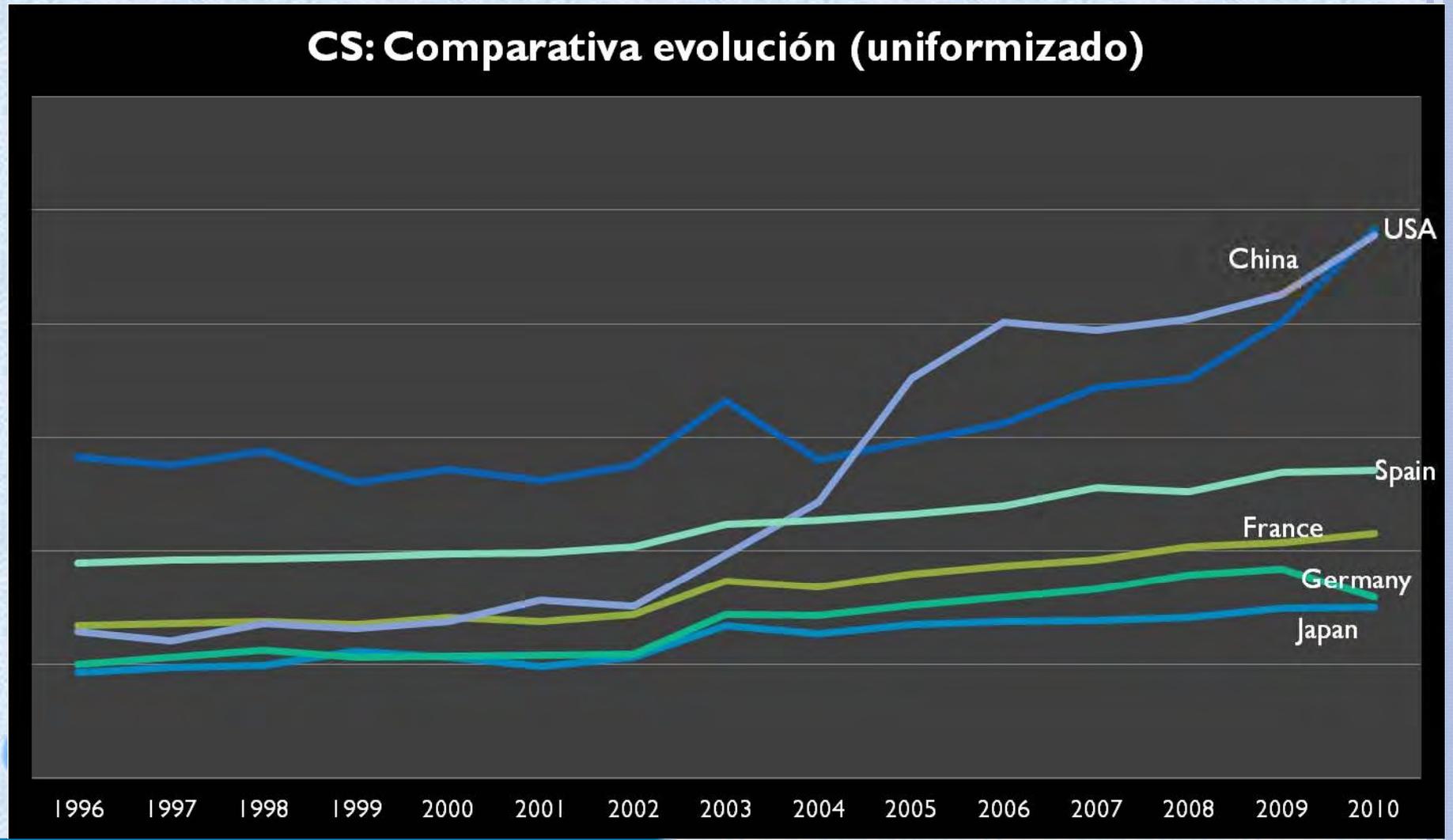


Investigación en Informática

Datos de **SJR** SCImago Journal & Country Rank
Gráficos: *Elaboración propia*



CS: Comparativa evolución (uniformizado)

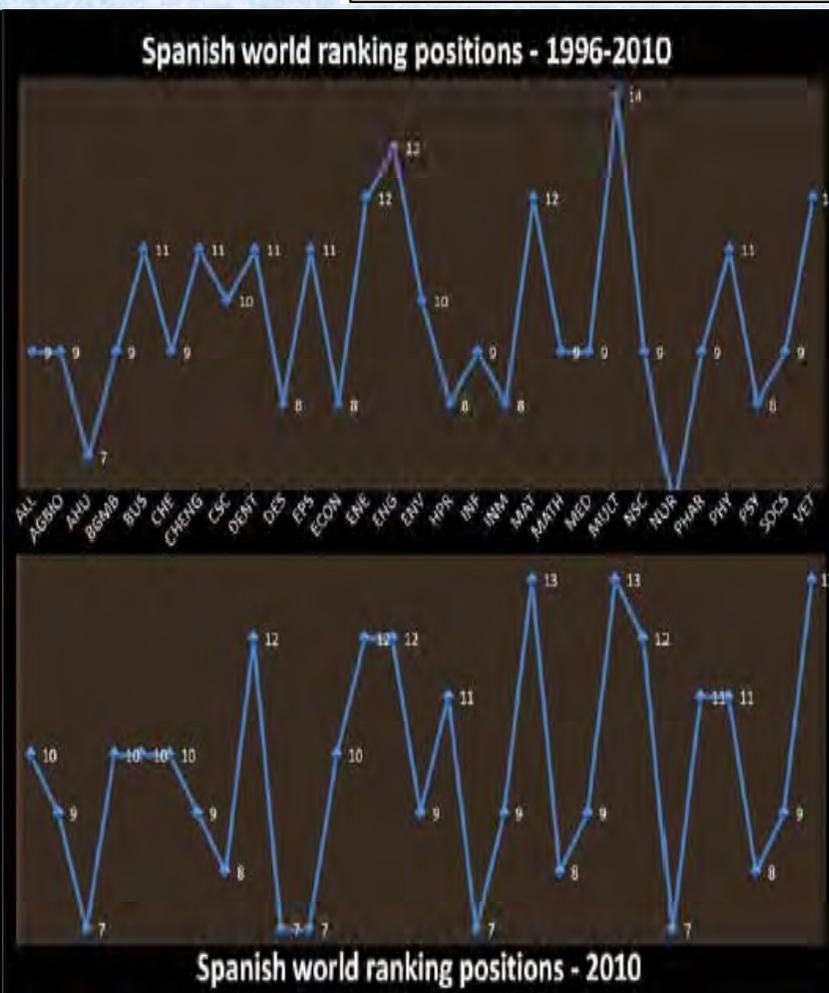
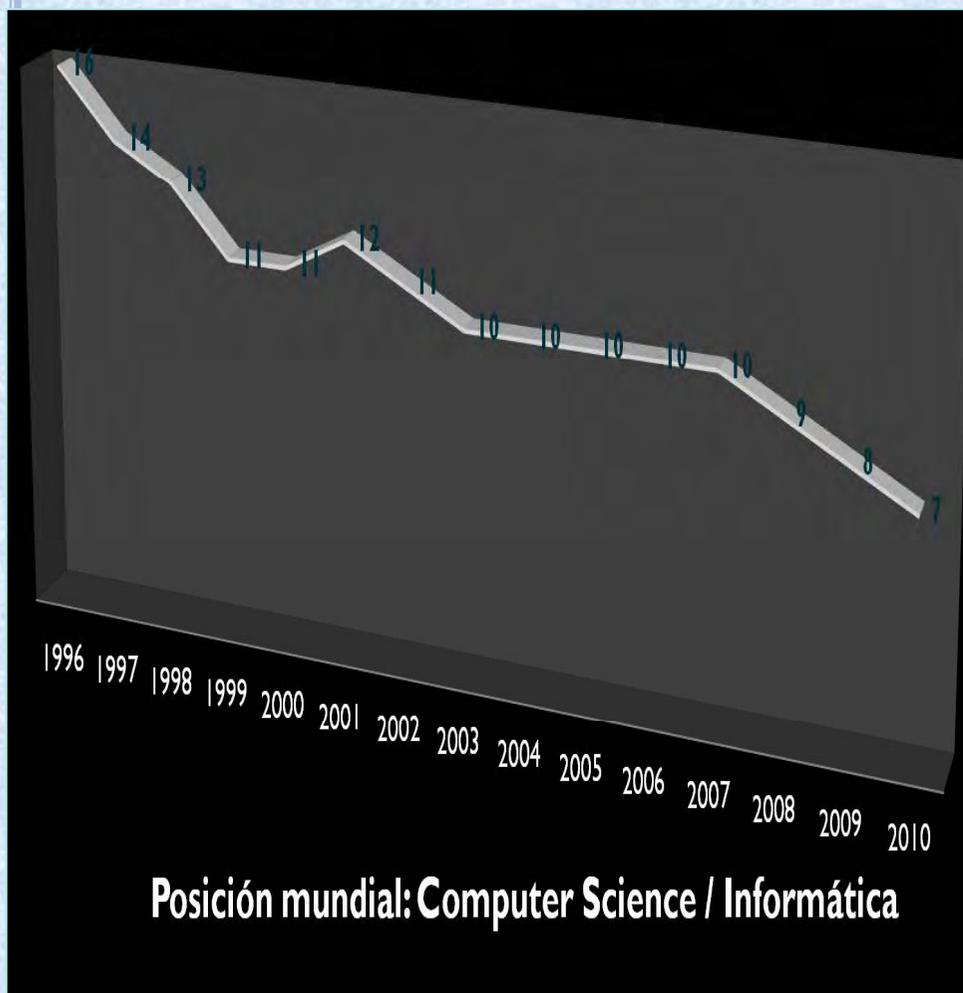




Investigación en Informática/Matemáticas



Datos de **SJR** SCImago Journal & Country Rank
 Gráficos: Elaboración propia

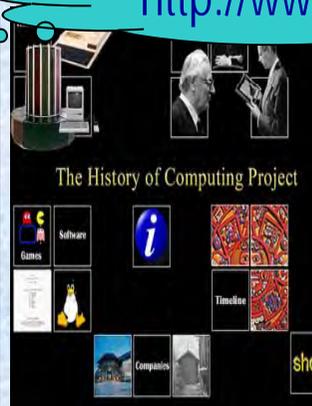
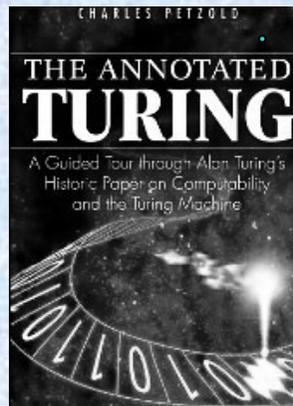
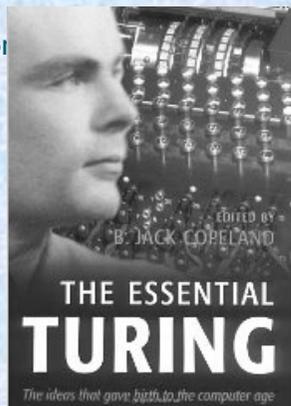
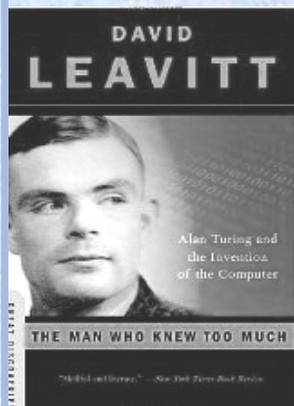




Para saber más ...

- Biografía de David Leavitt 'The Man Who Knew Too Much' (2006)
- "The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma" (2004)
- Charles Petzold: "The Annotated Turing: A Guided Tour Through Alan Turing's Historic Paper on Computability and the Turing Machine" (2008)
- The History of Computing Projects website: Alan Mathison Turing. (2006) http://thocp.net/biographies/turing_alan.html
- Nature 482, 23 Febrero 2012: Turing at 100: Legacy of a universal mind.
- Blog en **EL PAÍS** <http://blogs.elpais.com/turing/>

<http://www.turing.org.uk/turing/>



(+) 100 años con Turing

“Un hombre que tenga disponible un papel, un lápiz y una goma de borrar (y con buenas dotes de disciplina personal) es ciertamente una máquina universal” (Alan Turing, 1948)



SCIE
SOCIEDAD
CIENTÍFICA
INFORMÁTICA
DE ESPAÑA

Moltes gràcies/Muchas gracias

Juan José Moreno Navarro

UPM & IMDEA Software

jjmoreno@fi.upm.es

