Criptografía y la I+D+i en seguridad de la información en España

Conferencia Jornada Académica del Máster Universitario en Ciberseguridad UPM

ETSISI – UPM. Madrid, 8 de marzo de 2018

8 de marzo
Día internacional de la mujer

Igualdad de género

Dr. Jorge Ramió Aguirre
Prof. Titular UPM – ETSISI
Director de CriptoRed

Breve introducción (*añadido después de la charla*)

La criptografía, con sus más de 5 siglos de historia, ha sido uno de los pilares de la seguridad informática. Si bien en los últimos 30 años esta ciencia ha ido perdiendo aquel papel preponderante que desempeñaba antaño, últimamente el interés por el estudio y la investigación en criptografía vuelve a resurgir con nuevos bríos, entre otras cosas por los interrogantes que nos plantean la seguridad real de las actuales operaciones de cifra (especialmente la asimétrica) ante los avances en computación cuántica y las cadenas de bloques, con las criptomonedas como ejemplo de aplicación real con gran impacto en la sociedad.

Ante este reciente interés, una primera pregunta sería cómo hacer llegar estos conocimientos a los futuros ingenieros y expertos en seguridad. Y surge así una segunda pregunta lógica: ¿qué se hace en I+D+i en criptografía en España?

Si conocemos cuántos grupos de investigación en seguridad de la información existen en España y cuántos de ellos se dedican preferentemente o tienen como línea principal de investigación a la criptografía, podríamos establecer en una primera aproximación qué importancia relativa tiene esta ciencia dentro del amplio espectro de la seguridad de la información.

Si nos permitimos ahora unir la investigación con la producción de tesis doctorales, una licencia a priori discutible si bien estas dos facetas no deberían estar demasiado desligadas, podríamos buscar por ejemplo cuántas tesis doctorales se han leído en España sobre criptografía y cuántas tesis en los demás campos de la seguridad de la información.

Cabe esperar, en este caso, que los datos obtenidos tendrán una relación directa con ese peso relativo antes comentado de la criptografía dentro de la seguridad de la información, pero no será así.

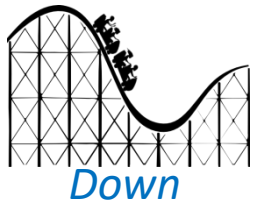
En esta conferencia se presentan dichos datos y se dejan abiertas las conclusiones que puedan derivarse de ello.

El papel de la criptografía en la enseñanza en España

¿Qué papel juega la criptografía en la ciberseguridad?

- No parece estar muy claro y en varios másteres de ciberseguridad la criptografía no aparece como asignatura. En este máster tampoco…
- Podrían existir varias justificaciones:
  - Ya se estudia en grado… al menos en España, sí es cierto.
  - Son las “matemáticas de la seguridad”, no cabe en un máster.
  - No se sabe bien qué impartir sobre criptografía en un máster.
  - No está claro su uso en la empresa, instituciones e industria.
  - No se ve como una necesidad a cubrir dentro de la ciberseguridad.

- Pero, con todo lo que se avecina en tecnologías blockchain, seguridad postcuántica, etc., posiblemente no sea una opción del todo acertada.
- Hay grupos de investigación en el sector empresarial (e.g. banca) que están apostando por la criptografía… ¡algo impensable hace tan sólo una década!



Montaña rusa en la enseñanza de la criptografía (1)

- Años 1980/1990. El génesis… “En el comienzo de todo…”. La criptografía lo era casi todo en la enseñanza de la seguridad.
- Años 1990/2010. Veinte años. En Seguridad Informática y en Seguridad de la Información (dos cosas distintas…) comienzan a aparecer nuevas líneas: SGSI, planes contingencia, análisis y gestión del riesgo, BCP, DRP, normas, legislación, programación segura, auditoría de máquina, seguridad en redes, IDS, forensia, reversing, análisis de malware, ICs, APTs, ...
- La criptografía pierde ese protagonismo. Era lo lógico y, además, necesario.
- Años 2010/2020. Ha nacido ya bitcoin y comienzan a salir otros sistemas similares basados en algoritmos criptográficos. Se observan grandes avances en computación cuántica, que pone en entredicho la seguridad actual de nuestros algoritmos para comunicaciones seguras,… es decir…

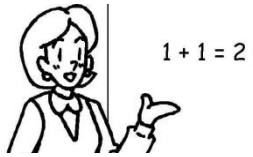
Montaña rusa en la enseñanza de la criptografía (2)

- Volvemos la mirada hacia la ciencia de la criptografía. Pero en cuanto a la enseñanza, lo haremos con una importante diferencia.
- Lo que hasta ahora era una enseñanza elemental, que requería de unos conocimientos muy básicos (elementales) de matemática discreta, etc., se volverá bastante más compleja (en matemáticas y en física).

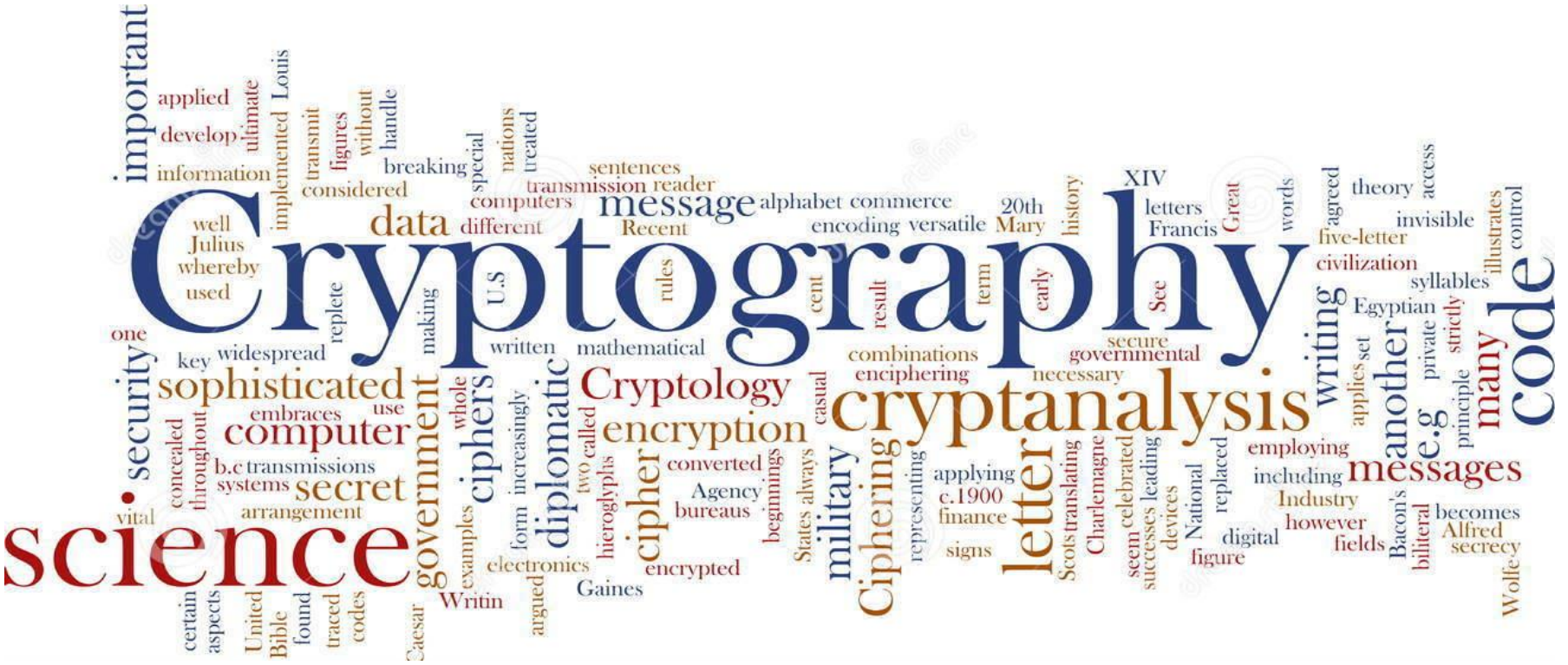
Algunas preguntas abiertas:

- En 2030, ¿cómo se enseñará criptografía en las ingenierías y en másteres?
- ¿Los alumnos, que ya se quejan por matemáticas básicas, lo “aceptarán”?
- ¿Deberá tener otro perfil el futuro profesor de criptografía?

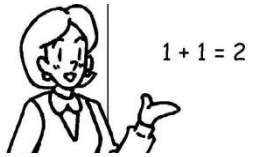
Veamos cómo se han ido orientando las enseñanzas en seguridad



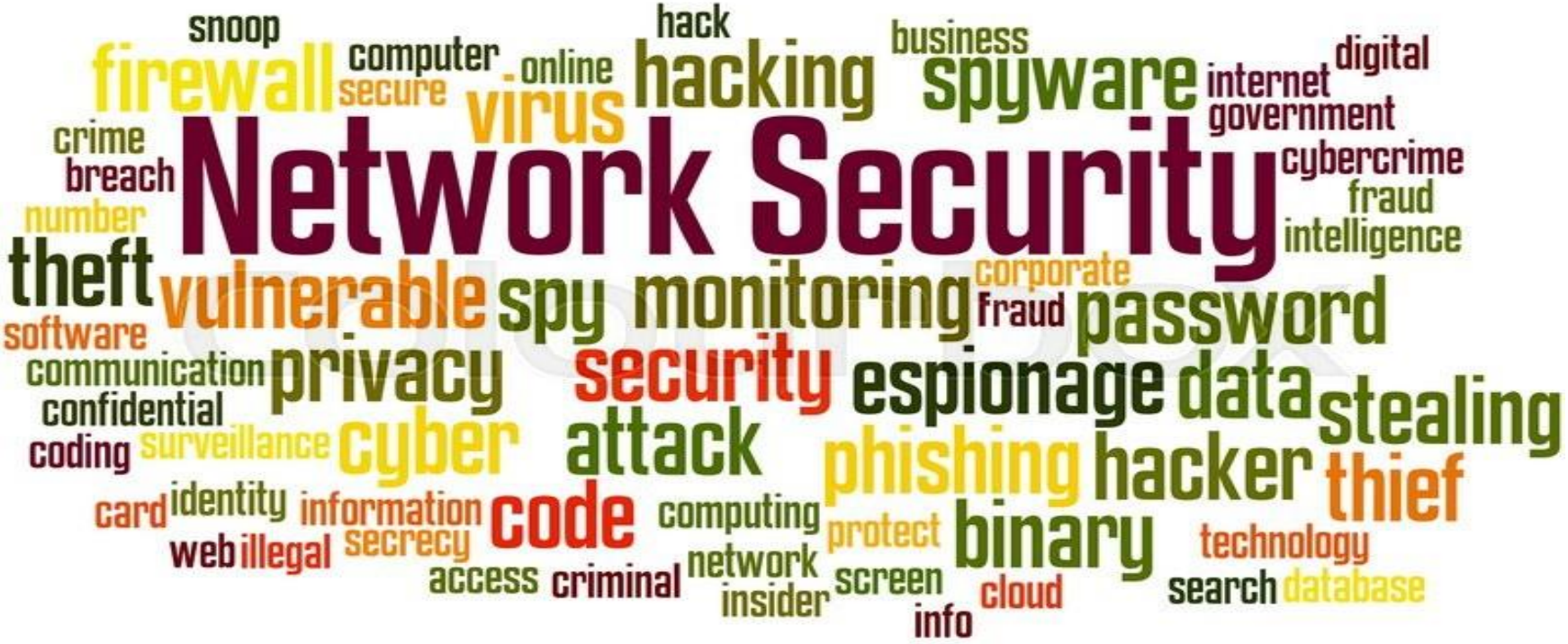
Las enseñanzas de la seguridad (1)
Orientación hacia la criptografía y los códigos



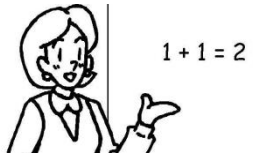
En el inicio fue la criptografía…



Las enseñanzas de la seguridad (2)
Orientación hacia la seguridad en redes

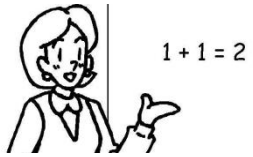


Y llegaron las redes…



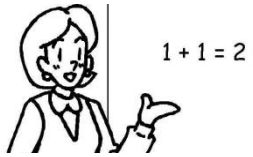
Las enseñanzas de la seguridad (3)
Orientación hacia la gestión de la seguridad

Y la gestión, las normas, las leyes …



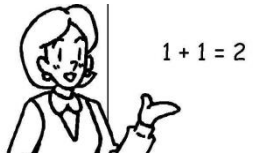
Las enseñanzas de la seguridad (4)
Orientación hacia la ciberseguridad

Y aterriza el ciber (lo que sea) …



Las enseñanzas de la seguridad (5)
Orientación hacia la seguridad industrial y las ICs

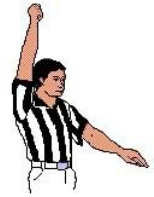
Aparecen las infraestructuras críticas…

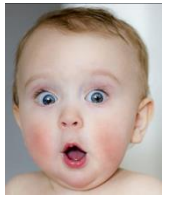


Las enseñanzas de la seguridad (6)
Orientación hacia las amenazas futuras

Y se avecina un futuro incierto…

¿Por qué no una ingeniería en seguridad teleinformática?

- Integrating Security into the Curriculum, Computer IEEE, 1998. Cynthia E. Irvine, Shiu-Kai Chin, Deborah Frincke.
- Introducción de las enseñanzas de Seguridad informática en los Planes de Estudio de las Ingenierías del Siglo XXI, JENUI 2001, Jorge Ramió.
- ¿Por qué no es posible? *In my humble opinion…*  "falta personal"
- ¿Qué solución se ha buscado? *In my humble opinion…* Posgrados
- Oferta de másteres en seguridad informática en España (> 45)
- ¿Masoquismo? No. Ley del mercado. No eres nadie si no ofreces uno.



El papel de la criptografía en la I+D+i en España

El I+D+i en seguridad de la información en España

- Informe INCIBE RENIC (Red de Excelencia Nacional de Investigación en Ciberseguridad). Catálogo y mapa de conocimiento de la I+D+i en ciberseguridad (2017).
- Detectados 104 grupos de investigación.
- 31 grupos incluyen a la criptografía como una de sus líneas de interés.
- Pero sólo 8 grupos incluyen criptografía en el nombre del grupo:

  CSIC, UDL, UNIOVI, UPC, USAL, UVA, UNICAN, UOC.
- Excepto CSIC y UOC (KISON) que son centros de investigación, los 6 restantes están relacionados con Departamentos de Matemáticas… 

El I+D+i en criptografía en España (1)

- CSIC, UDL, UNIOVI y UPC muestran una actividad notoria en proyectos de investigación directamente relacionados con la criptografía.
- Hay otros grupos que no llevan en su nombre criptografía pero que también muestran cierta actividad en proyectos de investigación directamente relacionados con la criptografía (e.g. UC3M, UNILEON).
- Una docena de proyectos (quizás alguno(s) más, pero en general pocos).
- Sin embargo, en el apartado publicaciones (revistas, congresos,…) sí se observa una alta producción y difusión de resultados de muchos grupos.
- Por otra parte, en una infografía del Mapa I+D+i en Ciberseguridad en España (RENIC) se observa lo siguiente:

  Criptografía en el puesto 8 de 12 temáticas de interés en los grupos.

El I+D+i en criptografía en España (2)

Adecuado

Puesto 1	Sistemas Fiables y Actualizables
Puesto 2	Privacidad
Puesto 3	Procesado de Datos
Puesto 4	Infraestructuras Críticas
Puesto 5	Evaluación de Sistemas y Ciberriesgos
Puesto 6	Ataques y Defensa ante Amenazas
Puesto 7	Gestión de la Identidad
Puesto 8	Criptografía
Puesto 9	Fomento y Concienciación de la Seguridad
Puesto 10	Seguridad de Red
Puesto 11	Cloud Computing
Puesto 12	Internet of Things

Llamativo…

Temáticas más frecuentes en grupos de investigación

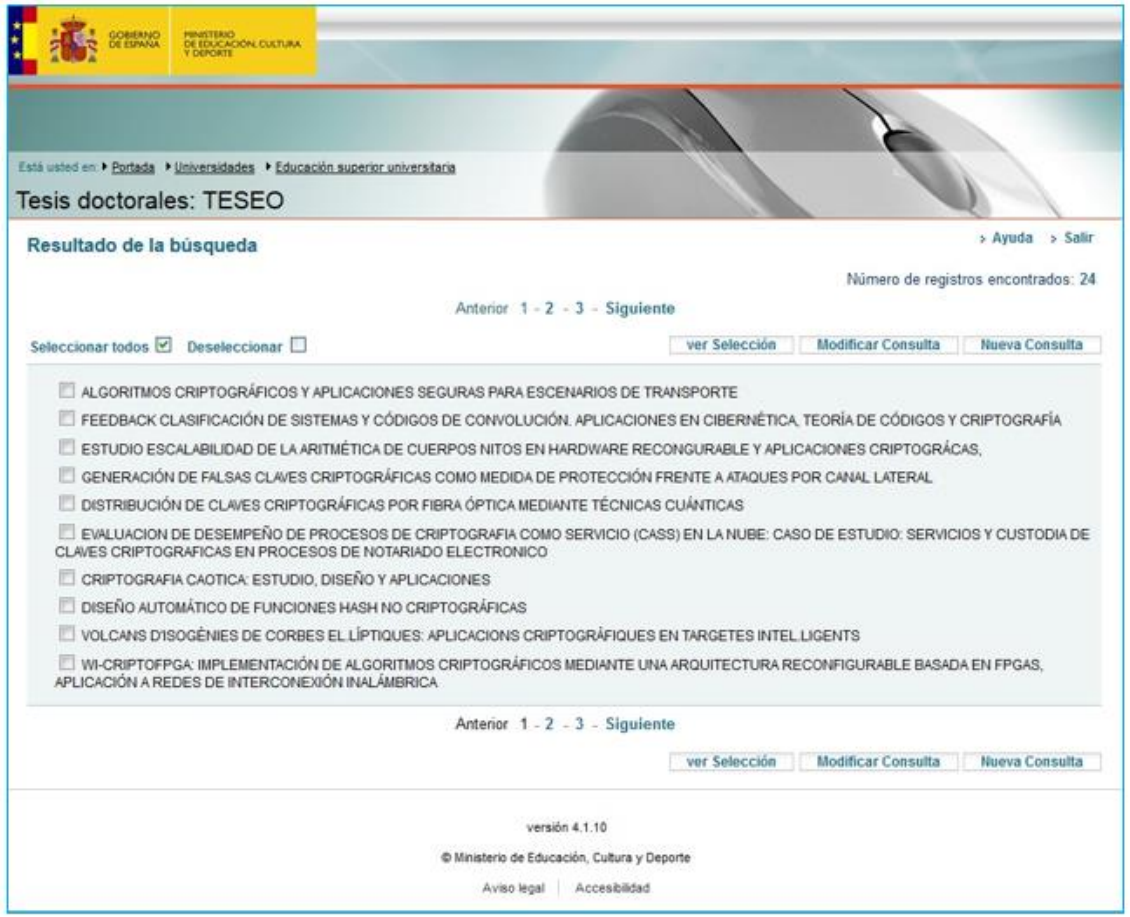
- Hasta aquí, todo parece tener bastante sentido… la criptografía sigue ahí como un elemento más, ni es el **más** importante ni tampoco el **menos**.
- Dentro de la seguridad, podríamos decir que la criptografía hoy debería tener un peso relativo entre el 10% y el 20%. Es un valor *aceptable*, PERO…

Si la I+D+i pudiera asociarse con la lectura de tesis doctorales… ¿podríamos inferir algo nuevo? Búsquedas en TESEO: 01/10/17

Tesis doctorales en criptografía (1)

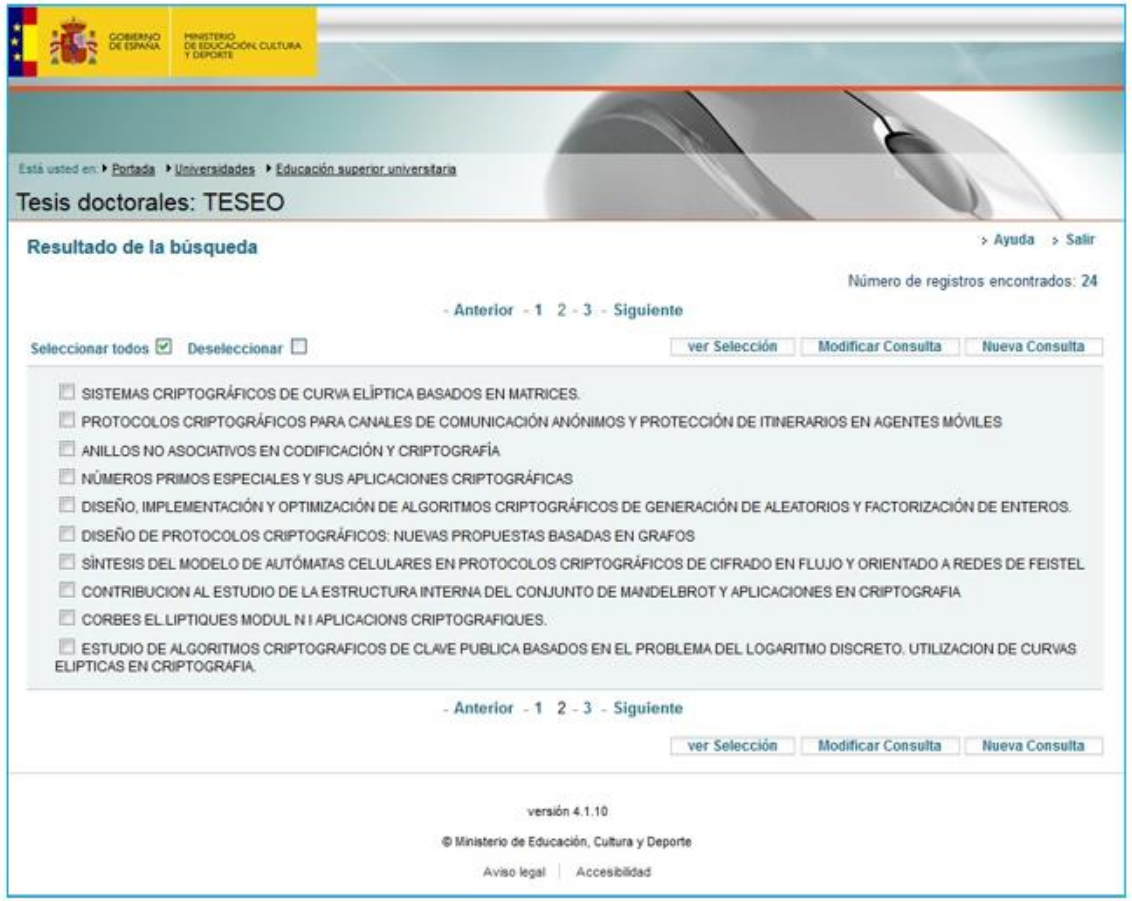
Búsquedas en el título:

- criptogra
- cryptogra
- esteganogra
- steganography
- criptolog
- criptoanálisis



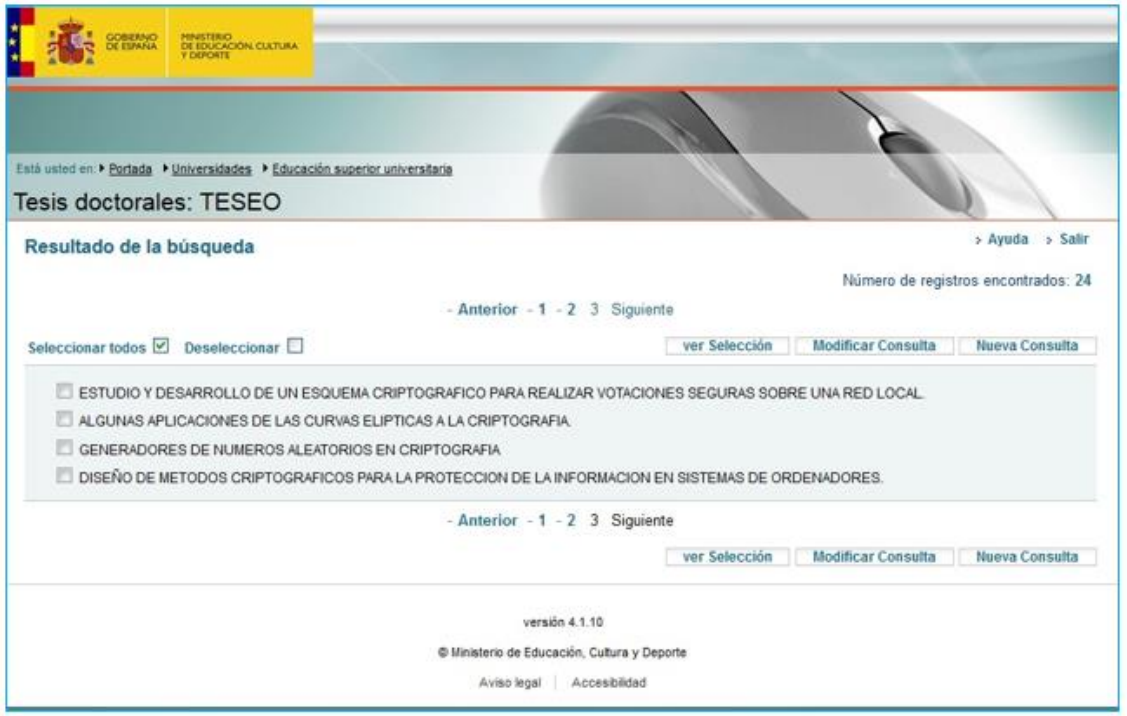
TESEO: Búsqueda por "*criptogra*": 24 tesis (página 1).

Tesis doctorales en criptografía (2)



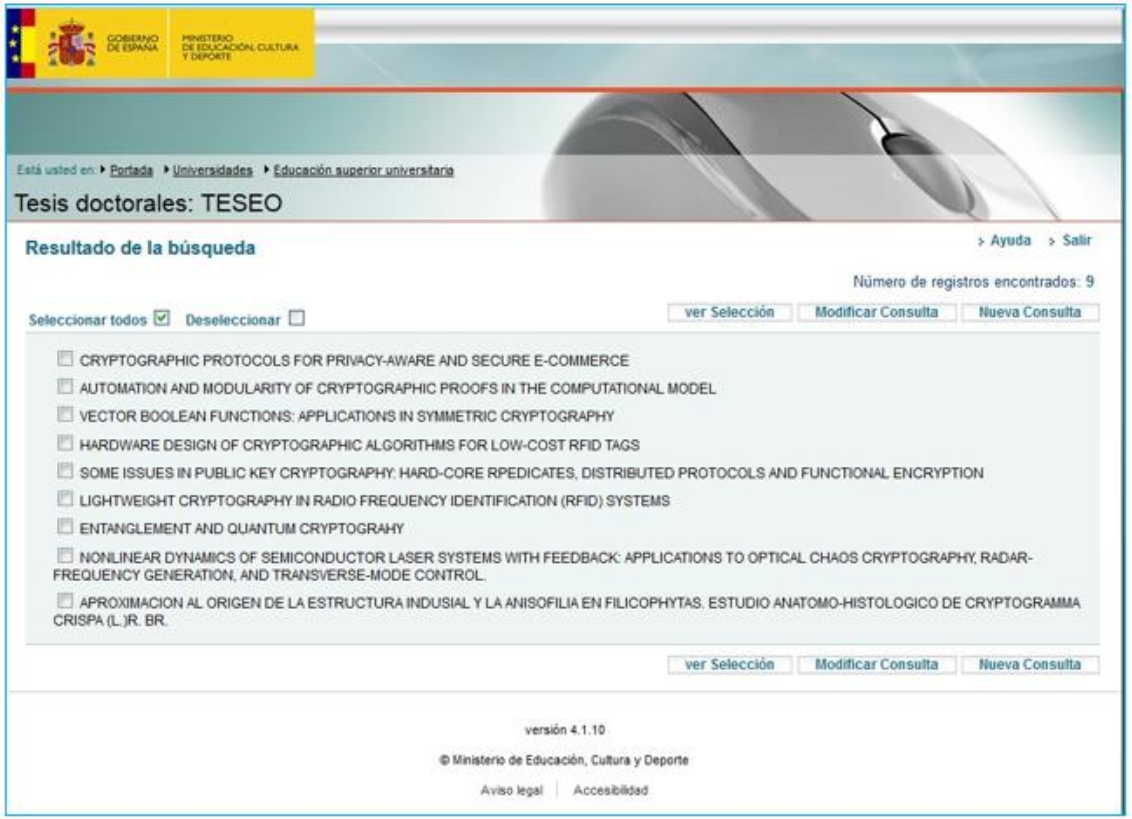
TESEO: Búsqueda por "*criptogra*": 24 tesis (página 2).

Tesis doctorales en criptografía (3)



TESEO: Búsqueda por "*criptogra*": 24 tesis (página 3).

Tesis doctorales en criptografía (4)

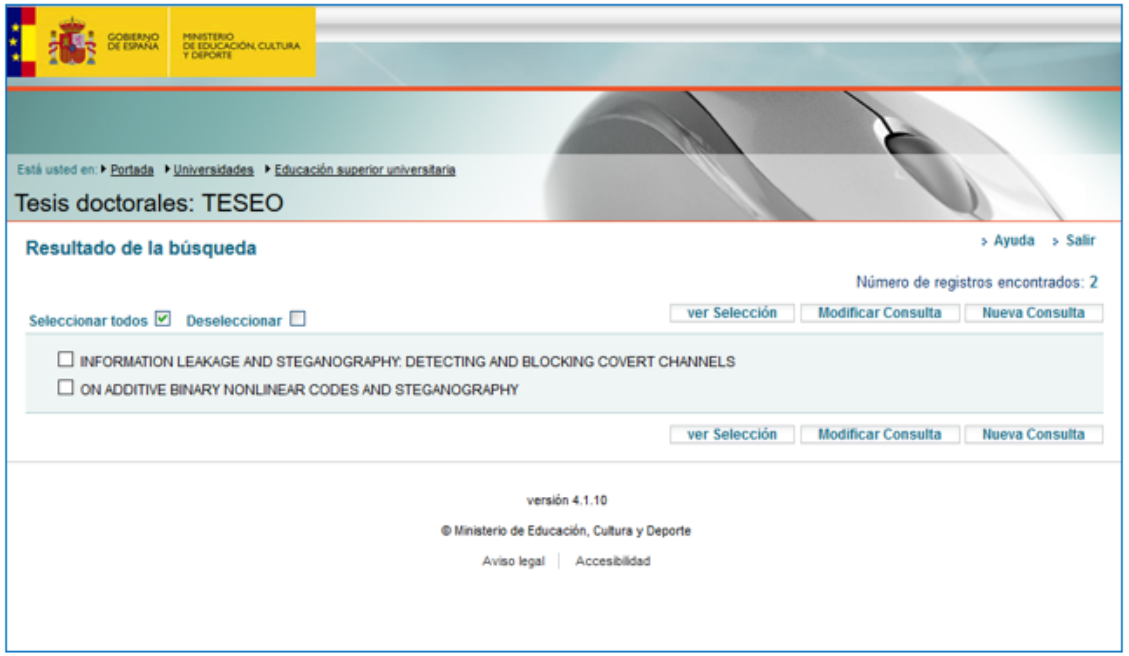


TESEO: Búsqueda por "*cryptogra*": 9 tesis.

Tesis doctorales en criptografía (5)

TESEO: Búsqueda por "esteganogra": 2 tesis.

Tesis doctorales en criptografía (6)



TESEO: Búsqueda por "steganography": 2 tesis.

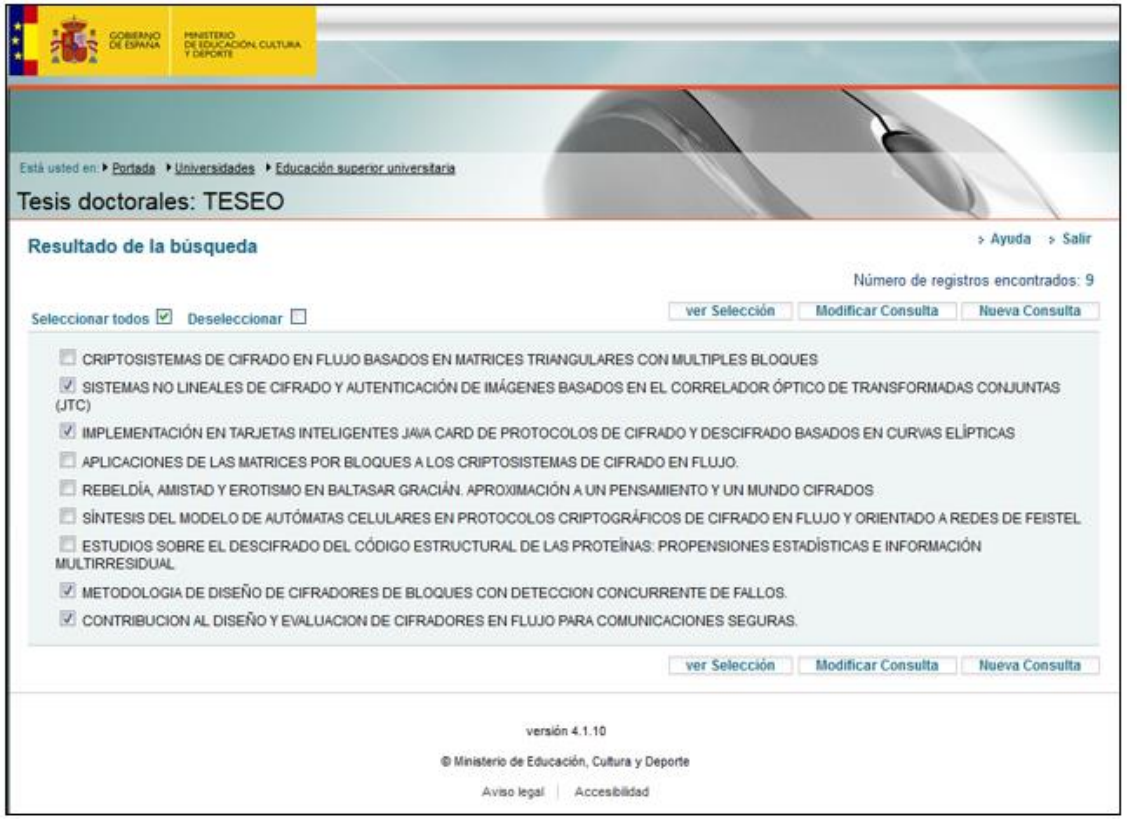
Tesis doctorales en criptografía (7)

TESEO: Búsqueda por "*criptolog*": 2 tesis.

Tesis doctorales en criptografía (8)

TESEO: Búsqueda por "*criptoanálisis*": 5 tesis.

Tesis doctorales en criptografía (9)



TESEO: Búsqueda por "*cifrado*" sin otros términos: 4 tesis (marcadas).

Resumen tesis doctorales en criptografía

Tesis con "*criptogra*" en su título	24
Tesis con "*cryptogra*" en su título	9
Tesis con "*esteganogra*" en su título	2
Tesis con "*steganography*" en su título	2
Tesis con "*criptolog*" en su título	2
Tesis con "*criptoanálisis*" en su título	5
Tesis con solo "*cifrado*" en su título	4
Número total de tesis en TESEO	**48**

Búsquedas por temas de criptografía realizadas en TESEO.

- Posiblemente haya alguna(s) más. En *números redondos*: 50.
- Un número muy interesante… ¿es alto o bajo?
- ¿Qué relación guarda este número con las tesis doctorales que se han leído en seguridad informática y seguridad de la información?

Resumen tesis doctorales en seguridad sin criptografía

Tesis con "autenticación" en su título	15
Tesis con "seguridad en redes" en su título	7
Tesis con "detección de intrusos" en su título	7
Tesis con "seguridad de la información" en su título	6
Tesis con "seguridad informática" en su título	4
Tesis con "ciberseguridad" en su título	4
Tesis con "malware" en su título	3
Tesis con "biometría" en su título	3
Tesis con "firewall" en su título	2
Tesis con "secret sharing" en su título	2
Tesis con "digital signature" en su título	2
Tesis con "secretos" en su título	2
Tesis con "sistema operativo" en su título	1
Tesis con "protección de la información" en su título	1
Tesis con "certificados digitales" en su título	1
Tesis con "autoridades de certificación" en su título	1
Número total de tesis en TESEO	**61**

Búsquedas por temas de seguridad realizadas en TESEO.

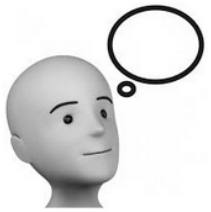
Posiblemente haya alguna(s) más.

Pero, **cero** éxito al buscar por:

- Seguridad en sistemas operativos
- Seguridad en bases de datos
- Computer security
- Seguridad en Windows
- Seguridad en Linux
- Infraestructuras críticas
- Virus informáticos
- Ingeniería inversa
- Hacking (seguridad)

Entonces en I+D+i, ¿nos importa o no la criptografía?

- De 109 tesis doctorales leídas, 48 son sobre temas de criptografía.
- Casi la mitad de tesis doctorales (44%) son sobre temas directamente relacionados de la criptografía. Parece que sí importa.
- Pero hay algo que parece no cuadrar con la I+D+i en seguridad informática y seguridad de la información en España visto antes.
- De 104 grupos, menos del 30% declara interés por la criptografía.
- Y el 44% es un valor muy superior al peso que la criptografía en realidad debería tener en la I+D+i en España. Es prácticamente el triple.
- ¿Por qué no cuadran entonces los datos?
- Intentaremos encontrar alguna justificación… y sacar conclusiones.



Pensamientos en voz alta

- Aunque en España existen más bien pocos proyectos de investigación dedicados solamente a la criptografía, sí existe por el contrario un número muy alto de tesis doctorales en este campo. Tal vez excesivo.
- Posiblemente esto se deba al hecho de que la criptografía, sus algoritmos, su complejidad algorítmica, sus entornos matemáticos, nuevos sistemas de cifra, PKIs, protocolos, etc., sean temas de gran interés por parte de los doctorandos y también de los directores de tesis (*promoción por JCR*).
- Existen muchos congresos y publicaciones donde la criptografía juega un papel muy importante, lo que viene a justificar el interés por investigadores y directores, al tener un amplio abanico de opciones en donde poder publicar sus trabajos técnicos.
- ¿No se reconocen o no se pueden publicar otro tipo de trabajos?

Conclusiones con datos de octubre de 2017

- De los 104 grupos de investigación en seguridad de la información que hay en España, en 31 de ellos (el 29,8%) la criptografía aparece como una de sus líneas de interés y sólo 8 grupos (un 7,7%) la llevan en su nombre.
- La cantidad de proyectos de investigación desarrollados y que tengan su enfoque principal en la criptografía, posiblemente no llegue a 20. Se desconoce el número de proyectos de los 104 grupos, pero será muy alto.
- El número de tesis doctorales en las que dentro de su título aparecen palabras directamente relacionadas con la criptografía es igual a 48.
- El número de tesis doctorales en las que dentro de su título aparecen palabras o un conjunto de palabras relacionadas con la seguridad de la información, pero NO específicamente criptografía o esteganografía, es igual a 61.

Que cada un@ saque sus conclusiones

Referencias

- RENIC (2017). Catálogo y mapa de conocimiento de la I+D+i en ciberseguridad, de la Red de Excelencia Nacional de Investigación en Ciberseguridad.

  https://www.incibe.es/sites/default/files/paginas/red-excelencia/estudios-caracterizacion/201701_catalogo.pdf

- RENIC (2017) Infografía del Mapa I+D+I en Ciberseguridad en España on-line.

  https://www.renic.es/sites/default/files/201701_RENIC_catalogo_infografia_0.pdf

- Base de datos de Tesis Doctorales (TESEO), consulta realizada el 20/09/17

  https://www.educacion.gob.es/teseo/irGestionarConsulta.do

- Integrating Security into the Curriculum, Computer IEEE, 1998. Cynthia E. Irvine, Shiu-Kai Chin, Deborah Frincke.

  https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1083&context=eecs

- Introducción de las enseñanzas de Seguridad informática en los Planes de Estudio de las Ingenierías del Siglo XXI, JENUI 2001, Jorge Ramió.

  http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/ProcWeb/actas2001/raint73.pdf