

Física de astropartículas con Telescopios Cherenkov

La Física de Astropartículas es una disciplina a caballo entre la Astrofísica y la Física Fundamental. Busca en el Cosmos respuestas a las preguntas de la Física Fundamental y utiliza técnicas de Física de partículas para estudiar el Cosmos. En estos últimos años hemos visto reflejado su vigor en la primera detección de las ondas gravitacionales o la concesión del premio nobel de 2015 a la detección de las oscilaciones de neutrino. La Universidad **Complutense** juega desde hace mucho tiempo un papel relevante en el diseño de la técnica Cherenkov, básica para el desarrollo de la Física de Astropartículas y la Astrofísica de muy altas energías.

Contenido

Ciencia

Física de astropartículas con Telescopios Cherenkov **2**

El nivel del mar podría aumentar hasta 130 centímetros a final de siglo **5**

Biología

Un antepasado de la comadreja que rompía huesos con los dientes **7**

Educación

Los profesores madrileños suspenden en habilidades digitales **9**



Un antepasado de la comadreja que rompía huesos con los dientes

El análisis de dos cráneos y tres mandíbulas almacenadas durante décadas en el Museo Americano de Historia Natural arroja nuevas pistas sobre uno de los antepasados más enigmáticos de hurones, comadrejas y tejones. *Megalictis ferox* era un depredador que utilizaba sus dientes para triturar huesos, como hacen hoy las hienas, algo que se desconocía hasta ahora. Así lo revela un estudio internacional dirigido por la Universidad **Complutense**. Pese a su apariencia afable, "su tamaño era como el de un jaguar y su dentición, capaz de romper huesos, como hacen las hienas actuales", explica **Alberto Valenciano**, investigador del **departamento de Paleontología** de la Universidad **Complutense** y del Instituto de Geociencias (CSIC-UCM).

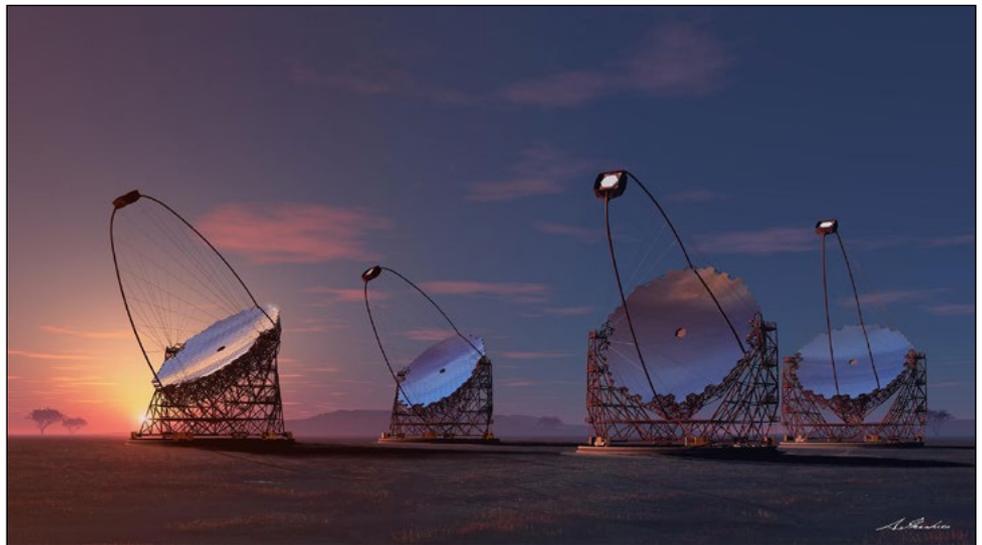
Física de astropartículas con Telescopios Cherenkov

La Física de Astropartículas es una disciplina a caballo entre la Astrofísica y la Física Fundamental. Busca en el Cosmos respuestas a las preguntas de la Física Fundamental y utiliza técnicas de Física de partículas para estudiar el Cosmos. En estos últimos años hemos visto reflejado su vigor en la primera detección de las ondas gravitacionales o la concesión del premio Nobel de 2015 a la detección de las oscilaciones de neutrino. La Universidad Complutense juega desde hace mucho tiempo un papel relevante en el diseño de la técnica Cherenkov, básica para el desarrollo de la Física de Astropartículas y la Astrofísica de muy altas energías.

Los Telescopios Cherenkov detectan de forma indirecta las partículas de alta energía que llegan constantemente a la Tierra, los llamados rayos cósmicos. Lo hacen a través de las estelas de luz Cherenkov que producen al interactuar con la atmósfera. Entre los rayos cósmicos que llegan a la Tierra hay una pequeña fracción de fotones. Al carecer de carga eléctrica viajan sin que los desvíen los campos magnéticos cósmicos, lo que permite localizar las fuentes que los crearon. La primera fuente identificada con esta técnica, hace sólo 25 años, fue la Nebulosa del Cangrejo, restos de una explosión de supernova que se pudo ver a simple vista desde la Tierra hace casi mil años.

Ahora sabemos que este objeto produce fotones de energías hasta decenas de billones de veces superiores a las de la luz visible. Aún no se entienden bien los mecanismos capaces de generarlos, a pesar de que conocemos ya más de ciento cincuenta regiones que las emi-

ten. Son objetos extremos: restos de supernova como la del Cangrejo, galaxias con enormes agujeros negros en su centro, estrellas de neutrones que giran rápidamente o que devoran a su compañera en sistemas binarios. Además de ayudarnos a comprender el Universo más violento, los telescopios Cherenkov pueden colaborar a

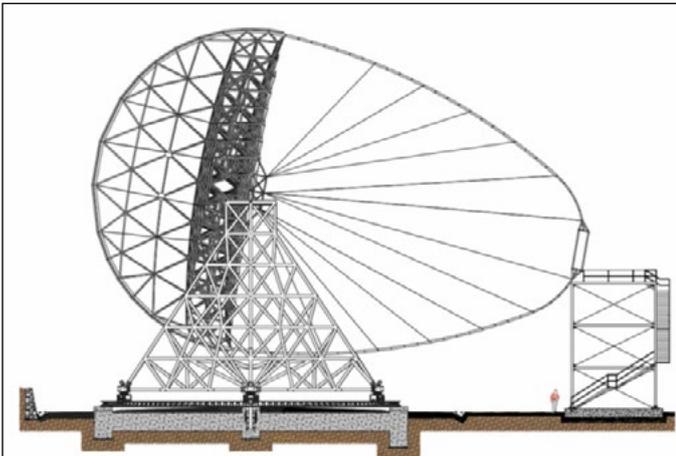


Visión artística de la futura matriz de 4 telescopios grandes (LST). Credito IFAE/CTA

encontrar la respuesta a preguntas esenciales como qué es la materia oscura.

Actualmente se está terminando el diseño del mayor observatorio Cherenkov construido hasta la fecha y el primero abierto a toda la comunidad científica: *el Cherenkov Telescope Array (CTA)*. Contará con dos observatorios, uno en cada hemisferio del planeta, compuestos cada uno por decenas de telescopios de diferentes tamaños. Cuando funcione esperamos que permita encontrar diez veces más objetos de los que conocemos actualmente y estudiarlos con mucho más detalle.

Los telescopios Cherenkov ayudarán a encontrar la respuesta a preguntas esenciales como qué es la materia oscura.



Diseño final de un LST

La Universidad **Complutense** participa en el proyecto CTA desde el principio con dos grupos: el **Grupo de Física de Altas Energías** (GAE) del **Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear** y el grupo **UCM-ELEC** del **Departamento de Física Aplicada III**. El GAE ha sido el grupo pionero en Astrofísica de Muy Altas Energías en España y uno de los primeros de Europa en trabajar en este campo. Desde 1987 el grupo contribuye a construir detectores de Astro-
partículas en el observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Ha participado en los experimentos HEGRA, MAGIC (AUGER, en Argentina) y ahora CTA donde se ocupan del desarrollo de la electrónica de las cámaras de los telescopios más grandes, *los Large Size Telescopes* (LST). En particular, el grupo ha trabajado en el diseño y prototipado de la electrónica que genera y gestiona el disparo de la lectura de las cámaras. El grupo es también responsable de la definición del modelo de datos global de CTA. En la actualidad el grupo cuenta con 11 doctores, incluyendo catedráticos de Universidad, profesores titulares y contratados, Ramón y Cajal y contratados postdoctorales, y estudiantes de doctorado. Por su parte el grupo UCM-ELEC trabaja en distintos desarrollos tecnológicos para el proyecto CTA especialmente a nivel de ingeniería de sistemas. Es pionero en la aplicación de técnicas de RAMS a grandes instalaciones

Los LSTs son instrumentos muy avanzados que incorporan los últimos desarrollos de ingeniería mecánica, óptica y electrónica

científicas. El grupo se ocupa de estas técnicas y del análisis de riesgos realizando valiosas aportaciones como los análisis de fiabilidad, los modelos de mantenimiento, los tests de compatibilidad electromagnética y el diseño del sistema de protección contra rayos atmosféricos.

A lo largo de estos años otros grupos españoles se han unido a la Universidad **Complutense** y en la actualidad la comunidad española de Astrofísica de muy Altas energías es una de las principales del mundo.

Aspectos tecnológicos de los LSTs

El pasado mes de Julio la candidatura española, el observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en la isla de La Palma, se impuso a las de México y Estados Unidos para alojar el observatorio CTA-Norte, tras un largo y complejo proceso de selección que duró más de dos años. Chile fue pre-

seleccionado para albergar el observatorio CTA-Sur. La construcción del observatorio Norte comenzará con la de los cuatro telescopios de tamaño grande: *Large Size Telescopes* (LST), acordada con Japón en Abril de este año.

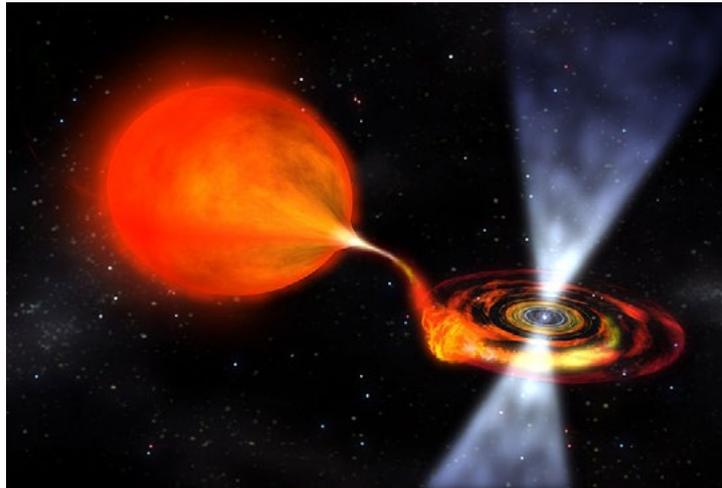
Los LSTs son instrumentos muy avanzados desde un punto de vista tecnológico, que incorporan los últimos



Foto de los dos telescopios gemelos MAGIC que operan actualmente en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Crédito: Colaboración MAGIC

desarrollos de ingeniería mecánica, óptica y electrónica. Cada uno pesará unas 100 toneladas, pero será capaz de orientarse para observar cualquier punto del cielo visible en menos de 30 s. El telescopio tendrá un reflector compuesto por 198 espejos, cuyas orientaciones serán controlables individualmente, y que cubrirán una superficie parabólica de 23 m de diámetro. Este reflector proyectará la radiación recibida en una cámara de dos metros de diámetro construida con fotomultiplicadores de alta velocidad, con la cual el telescopio podrá tomar ráfagas de imágenes con tiempos de un nanosegundo.

El diseño de los LSTs requiere de varias tecnologías claves. A fin de reducir peso sin perder resistencia la estructura del telescopio está en gran parte compuesta de tubos de fibra de carbono. La adquisición de datos de la cámara utiliza electrónica muy rápida (en particular la electrónica de disparo encargada de decidir qué imágenes se guardan). Hay que hacer notar que la integración final de las Cámaras es responsabilidad de institutos españoles. Asimismo se han utilizado técnicas avanzadas de RAMS, una disciplina de la ingeniería de sistemas que agrupa el análisis de fiabilidad, los estudios de mantenimiento y los dispositivos de seguridad para la protección tanto de las personas como de los instrumentos. Su uso permitirá asegurar una gran disponibilidad de los telescopios y



Recreación artística de un Pulsar en un sistema binario, se muestran los chorros de partículas de altas energías que emergen del pulsar. Crédito Dana Berry/NASA.

la automatización de gran parte de su operación sin riesgos para el personal, todo ello en el difícil entorno del Observatorio del Roque de los Muchachos situado a 2200 metros de altura.

El esfuerzo necesario para construir CTA abre muchas puertas para la transferencia de tecnología en especial a las Ciencias Biomédicas. Los fotodetectores de estado sólido que se están estudiando para los telescopios de

pequeño tamaño ofrecen varias ventajas clave frente a los fotomultiplicadores tradicionales. Se están empezando a emplear en una nueva generación de escáneres médicos, que combina la tomografía de emisión de positrones y la resonancia magnética nuclear. El reducido tamaño de estos detectores puede ser también una ventaja clave para desarrollar detectores portátiles de radiación. Finalmente, la gran capacidad de estos detectores para resolver fotones individuales se aprovecha en el desarrollo de sistemas de detección de bioluminiscencia, dispersión de fotones y diagnóstico por fluorescencia, como FCS, FLIM o FRET. Dentro de la Universidad **Complutense** se trabaja activamente en desarrollar las aplicaciones de esta tecnología.

Enlaces

<https://www.cta-observatory.org>

<http://observatorio-cta.es/>

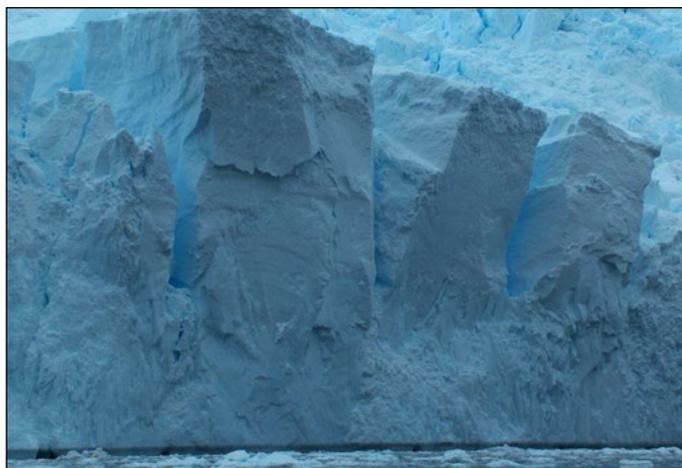
El nivel del mar podría aumentar hasta 130 centímetros a final de siglo

Si las emisiones de gases de efecto invernadero son demasiado elevadas en el año 2100, el nivel del mar podría aumentar entre 60 y 130 centímetros, según revela un estudio internacional en el que participa la Universidad **Complutense**. El modelo, que combina métodos computacionales y estadísticos, tiene en cuenta tanto el comportamiento de las capas de hielo de Antártida y de Groenlandia, como el de los glaciares de montaña, y el de la expansión térmica del océano.

A finales de este siglo, concretamente, en el año 2100, el nivel del mar del planeta podría aumentar entre los 60 y los 130 centímetros si las emisiones de gases de efecto invernadero son altas, con una concentración de dióxido de carbono (CO₂) de 936 partes por millón (ppm). Es una de las conclusiones de un estudio internacional publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), en el que participa la Universidad **Complutense**.

“Nuestros resultados son bastante coherentes con las últimas estimaciones del IPCC –el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático–”, explica **Alexander Robinson**, investigador del **departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera** de la Universidad **Complutense** y del Instituto Potsdam para la Investigación del Impacto del Clima (Alemania), y coautor del estudio.

Para llegar a estas conclusiones, los científicos dibuja-



Corte en la capa de hielo antártica / Apcbg.

ron tres escenarios, [establecidos en el quinto informe del IPCC](#), con emisiones bajas, medias y altas. Así, el mejor de los panoramas implica una concentración de CO₂ de 421 ppm; el escenario medio, de 538 ppm y el peor escenario, de 936 ppm.

El modelo tiene en cuenta diferentes factores como responsables del aumento del nivel del mar: la capa de hielo antártica, la de Groenlandia, los glaciares de montaña y la expansión térmica del océano a medida que este se calienta. “Cada componente se representa con una ecuación calibrada con los cambios históricos, y se tiene en cuenta su equilibrio esperado a largo plazo de acuerdo con el calentamiento global. La suma de estos datos proporciona una estimación total del aumento del nivel del mar”, indica **Robinson**.

El método combina las dos herramientas que habitualmente se utilizan para realizar este tipo de proyecciones: tanto una simulación computacional como métodos estadísticos. Según sus resultados, aunque los países sigan las recomendaciones del Acuerdo de París y las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan hasta alcanzar el mejor de los escenarios, el nivel del mar aumentará de 20 a 60 centímetros en 2100, con las graves consecuencias que esto supondría, especialmente para las zonas costeras.

El método combina las dos herramientas típicas en este tipo de proyecciones: simulación computacional y métodos estadísticos

Un incremento inevitable

Aunque hoy por hoy resulta inevitable que aumente el nivel del mar, los científicos piden a los gobiernos que hagan caso a lo acordado en París. “Si el mundo quiere evitar grandes pérdidas y daños tiene que seguir rápidamente el camino trazado en la Cumbre del Clima de París de hace

unas semanas”, alerta **Anders Levermann**, investigador del Instituto Potsdam para la Investigación del Impacto del Clima y otro de los coautores del trabajo.

Una de las principales ventajas de este nuevo modelo es su rapidez, que lo hace fácilmente reproducible y permite numerosas simulaciones para calcular cuánto subirá el nivel del mar en el futuro. Los expertos creen que la herramienta podría ser útil para las administraciones públicas que deciden las políticas costeras, y advierten que si continúan aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero, el nivel del mar lo seguirá haciendo en los

próximos milenios.

En la investigación también han participado el Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), la Universidad de Potsdam, la Universidad de Bremen (Alemania) y la Universidad de Columbia (EEUU).

Referencia bibliográfica: Matthias Mengel, Anders Levermann, Katja Frieler, Alexander Robinson, Ben Marzeion y Ricarda Winkelmann. *“Future sea level rise constrained by observations and long-term commitment”*. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 22 de febrero de 2016. DOI: [10.1073/pnas.1500515113](https://doi.org/10.1073/pnas.1500515113).

Red.escubre Biología

Un antepasado de la comadreja que rompía huesos con los dientes

El análisis de dos cráneos y tres mandíbulas almacenados durante décadas en el Museo Americano de Historia Natural arroja nuevas pistas sobre uno de los antepasados más enigmáticos de hurones, comadrejas y tejones. *Megalictis ferox* era un depredador que utilizaba sus dientes para triturar huesos, como hacen hoy las hienas, algo que se desconocía hasta ahora. Así lo revela un estudio internacional dirigido por la Universidad **Complutense**.

Los hurones, comadrejas y tejones tuvieron un antepasado que fue un gran depredador en su época: *Megalictis ferox*. Hace entre 22 y 18 millones de años, en el Mioceno inferior, este animal fue el más grande de su familia, los mustélidos.

Pese a su apariencia afable, “su tamaño era como el de un jaguar y su dentición, capaz de romper huesos, como hacen las hienas actuales”, explica **Alberto Valenciano**, investigador del **departamento de Paleontología** de la Universidad **Complutense** y del Instituto de Geociencias (CSIC-UCM).

El paleontólogo dirige un estudio internacional que supone la mayor revisión de los restos del animal realizada hasta el momento y que se publica en la revista PLOS ONE. En el trabajo también participan el Instituto Catalán de Paleontología Miquel Crusafont (ICP), el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), las universidades de Málaga, Texas A & M University-Kingsville (EEUU), Carolina del Sur (EEUU) y la Universidad Estatal Península de Santa Elena (Ecuador).

Los fósiles, almacenados en el **Museo Americano de Historia Natural** de Estados Unidos (AMNH, por sus siglas en inglés), son restos craneales y mandibulares de tres ejemplares. “Se encontraron a finales de los años treinta del siglo pasado en Wyoming y Nebraska (EEUU) y estaban alojados en los cajones de paleontología de vertebrados del museo”, destaca el científico. Ninguno de estos cráneos había sido analizado

previamente en profundidad, por lo que **Valenciano**, que entonces trabajaba en el museo norteamericano gracias a una beca de investigación, se encontró con un área paleontológica prácticamente inexplorada.

‘Primo hermano’ de hurones y comadrejas

Uno de los ejemplares tiene el cráneo más completo de toda la especie. El análisis de los restos permite tener una idea de cómo se comportaba el animal. “Su enorme talla –con un cráneo de entre 19 y 24 centímetros, similar al de un jaguar o un lobo–, morfología de la dentición, esqueleto postcraneal y el comportamiento de los mustélidos actuales nos dan a entender que sería un gran depredador”, afirma el paleontólogo. Podría compararse con una comadreja del tamaño de un jaguar pero con unos dientes capaces de triturar huesos, según el autor.

La buena preservación de los restos ha permitido sacar conclusiones robustas sobre el parentesco del animal con otras especies a lo largo del tiempo –es decir, su posición filogenética–. Hasta ahora algunas hipótesis apuntaban a que *Megalictis ferox* y otros animales eran mucho más primitivos que los hurones, tejones o nutrias



Reconstrucción secuencial de la cabeza de *Megalictis ferox* basada en el ejemplar F:AM 25430. La escala equivale a 5 cm. Autor: Adam Hartstone-Rose.



Modelo tridimensional de *Megalictis ferox* (izquierda) y de una marta americana actual (*Martes americana*) a la derecha, en el que se aprecia la gran diferencia de tamaño. Autor: Alberto Valenciano.

(los mustélidos actuales), y que estaban emparentados con un grupo mucho más amplio llamado musteloideos, que engloba a los mustélidos pero también a las mofetas, mapaches y pandas rojos.

Otras hipótesis se inclinaban por limitar su parentesco a los mustélidos de hoy en día, algo que han corroborado los científicos en este estudio. “A la vista de nuestros resultados, *Megalictis ferox* tendría un grado de parentesco más fuerte con los mustélidos actuales que con los mapaches, mofetas y pandas rojos”, apunta el investigador. Por tanto, aunque sigue siendo un musteloideo, se puede considerar como un ‘primo hermano’ de las comadrejas, martas, hurones, tejones y nutrias.

Mordía con gran fuerza

El análisis de la dentición ha cambiado el concepto que se tenía de este animal. Los científicos pensaban que tenía un morro muy corto, la frente muy alta y una dentición adaptada a una dieta basada en consumo de carne fresca, como los leones, tigres o leopardos.

“Al conocer mejor la especie, proponemos algo totalmente

Hace 22 millones de años el *Megalictis ferox* tenía el tamaño de un jaguar y era capaz de romper huesos, como hacen las hienas actuales

diferente: que *Megalictis ferox* poseía un ecomorfotipo tipo hiena, ya que su dentición es muy robusta, adaptada a triturar huesos que recuerda a las hienas actuales”, mantiene Valenciano. El tamaño y la posición de las inserciones musculares de la

mandíbula revelan que el animal mordía con gran fuerza, que estaba adaptado al consumo de carne y plenamente capacitado para triturar los huesos de sus posibles presas, como camellos o caballos de su época.

Referencia bibliográfica: Alberto Valenciano, Jon A. Baskin, Juan Abejón, Alejandro Pérez-Ramos, M. Ángeles Álvarez-Sierra, Jorge Morales y Adam Hartstone-Rose. “*Megalictis*, the Bone-Crushing Giant Mustelid (Carnivora, Mustelidae, Oligobuninane) from the Early Miocene of North America”, PLOS ONE, 7 de abril de 2016. DOI: [10.1371/journal.pone.0152430](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152430).

Red.escubre Cultura

Los profesores madrileños suspenden en habilidades digitales

El 46,31% de los profesores de la Comunidad de Madrid que participaron en un estudio sobre sus habilidades digitales presentaron un perfil negativo en estas competencias. Es la principal conclusión de una investigación dirigida por la Universidad **Complutense** en la que participaron más de 1.400 docentes. La edad y la falta de formación digital explican este bajo nivel tecnológico, algo que repercute negativamente en los alumnos. Desde los primeros cursos, los estudiantes deben adquirir sus competencias digitales en la enseñanza obligatoria. Así lo establecen las últimas leyes educativas (LOE y LOMCE), que chocan con una realidad social: el bajo perfil digital de gran parte de los profesores. *“El problema que hemos detectado en nuestro estudio es que*

el profesorado, generalmente, no está preparado para el desarrollo de estas competencias en el niño debido a sus propias carencias en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)”, afirma **M^a José Fernández Díaz**, decana de la **facultad de Educación** de la Universidad **Complutense** y autora principal de la investigación, publicada en la revista **Comunicar**.

En colaboración con la Universidad Francisco de Vitoria (UFV), los investigadores analizaron el perfil digital de 1.433 profesores de 80 centros públicos, privados y concertados de la Comunidad de Madrid. El 53,73% daba clases en educación primaria, el 42,78% lo hacía en educación secundaria y el 3,49%, en ambos niveles. Por sexos, el 66,57% eran mujeres y el 33,43%, hombres, con edades comprendidas entre los 26 y los 45 años en su mayoría. Los docentes tuvieron que com-

pletar un cuestionario en el que se analizaba su perfil en TIC, de acuerdo a los estándares establecidos por la UNESCO.

Los resultados revelan que el 39,71% tenía un perfil de formación docente en TIC ‘medio’, una proporción



La formación continua en TIC ayuda a los profesores a mejorar sus competencias digitales. / Danny Nicholson

muy similar a la de los profesores con perfil ‘pobre’, que eran el 36,85%. El nivel más bajo, ‘muy pobre’, lo registró el 9,56% de los docentes. *“En otras palabras, el 46,31% de los profesores presentó un perfil negativo en formación de TIC”*, resumen los autores.

La edad fue uno de los factores determinantes en el nivel de competencias. *“De los docentes que participaron en el estudio, aquellos que tienen más edad (55-66 años) poseen un perfil de formación docente en TIC mucho más bajo que los que son más jóvenes o tienen menor experiencia”*, destaca **Francisco José Fernández Cruz**, profesor de la UFV y otro de los autores del estudio.

De hecho, los profesores de entre 20 y 25 años fueron los que mejor perfil registraron. El trabajo no reveló diferencias en cuanto a género.

La brecha con la generación Z

Los autores destacan que, además de la edad, el factor más importante a la hora de desarrollar estas habilidades es la falta de formación continua en el puesto de trabajo. *“Es importante profundizar en la definición de los planes de formación del profesorado que ayuden a mejorar la preparación de los actuales docentes en relación a su competencia digital y que haga reducir la brecha digital entre el profesor y su alumno”*, plantea la investigadora de la UCM.

En su opinión, esta formación debería empezar en las

Los profesores de entre 20 y 25 años fueron los que mejor perfil registraron. No se detectaron diferencias en cuanto a género

facultades de Educación y seguir en los cursos de formación continua organizados por los organismos educativos públicos y privados. Los investigadores alertan de la gran brecha digital que existe entre los alumnos -la conocida como Generación Z, nacidos entre 1995 y 2012- que son nativos digitales, y los profesores, denominados inmigrantes tecnológicos, lo que repercute negativamente en la formación de los menores.

“Si el profesor carece de las habilidades competenciales necesarias para desarrollar en sus clases metodologías innovadoras con el apoyo de las tecnologías, el alumno se ve limitado en sus aprendizajes de una manera evidente”, advierte **Fernández Cruz**.

Referencia bibliográfica:

Francisco José Fernández Cruz y M^a José Fernández Díaz. Generation Z's Teachers and their Digital Skills, Comunicar 46, 2016. DOI: 10.3916/C46-2016-10.

Red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Realización: Gabinete de Comunicación de la UCM y Unidad de Cultura Científica OTRI-UCM

Si desea recibir este boletín en su correo electrónico envíe un mensaje a gprensa@ucm.es