

# Nuevo método de segmentación de lesiones en la sustancia blanca cerebral basado en la normalización de la intensidad en función del cerebelo y en el análisis de las características geométricas y espaciales de los objetos

E. Díaz-López<sup>1</sup>, M. Rincón<sup>1</sup>, P. Selnes<sup>2</sup>, T. Fladby<sup>2</sup> y A. F. Bjørnerud<sup>3</sup>

(1) Departamento de Inteligencia Artificial, UNED, Madrid, España  
E-mail: [ediazlopez@dia.uned.es](mailto:ediazlopez@dia.uned.es)

(2) Departamento de Neurología, Hospital Universitario de Akershus, Oslo, Noruega  
(3) Centro de Intervención, Rikshospitalet, Oslo, Noruega

## ¿Qué son las lesiones de la sustancia blanca cerebral?

Son unas manchas hiperintensas que aparecen frecuentemente en las imágenes de resonancia magnética (IMR) de personas mayores de 60 años. Se cree que están relacionadas con enfermedades neurodegenerativas como la esclerosis múltiple (EM) o la enfermedad de Alzheimer, pero hasta el momento se desconoce su origen y sus efectos.

## ¿Cómo se detectan las LSB?

Mediante una resonancia magnética craneal. El tipo de IMR que mejor capta las LSB es la modalidad FLAIR mientras que el tipo T1 se utiliza para diferenciar las estructuras anatómicas. En la práctica clínica, lo habitual es el análisis visual de las imágenes de IRM y la segmentación manual de estructuras cerebrales.

## ¿Qué aportan el álgebra y la geometría?

La detección automática de estructuras cerebrales es un campo de gran desarrollo en ciencias de la computación. El álgebra y la geometría son dos pilares básicos a la hora de combinar distintas fuentes de información y de interpretar los datos:

- El **álgebra** es la herramienta formal para manipular imágenes
- La **geometría** es esencial en el razonamiento espacial y en la descripción de objetos

## \*\* Novedades \*\*

### • Cerebelo: ¿Porqué normalizamos con la información de su intensidad?

El cerebelo es una estructura que pertenece a la sustancia blanca cerebral que no se ve afectada por la aparición de manchas hiperintensas. Proporciona un nivel de intensidad de referencia para la segmentación automática de LSB.

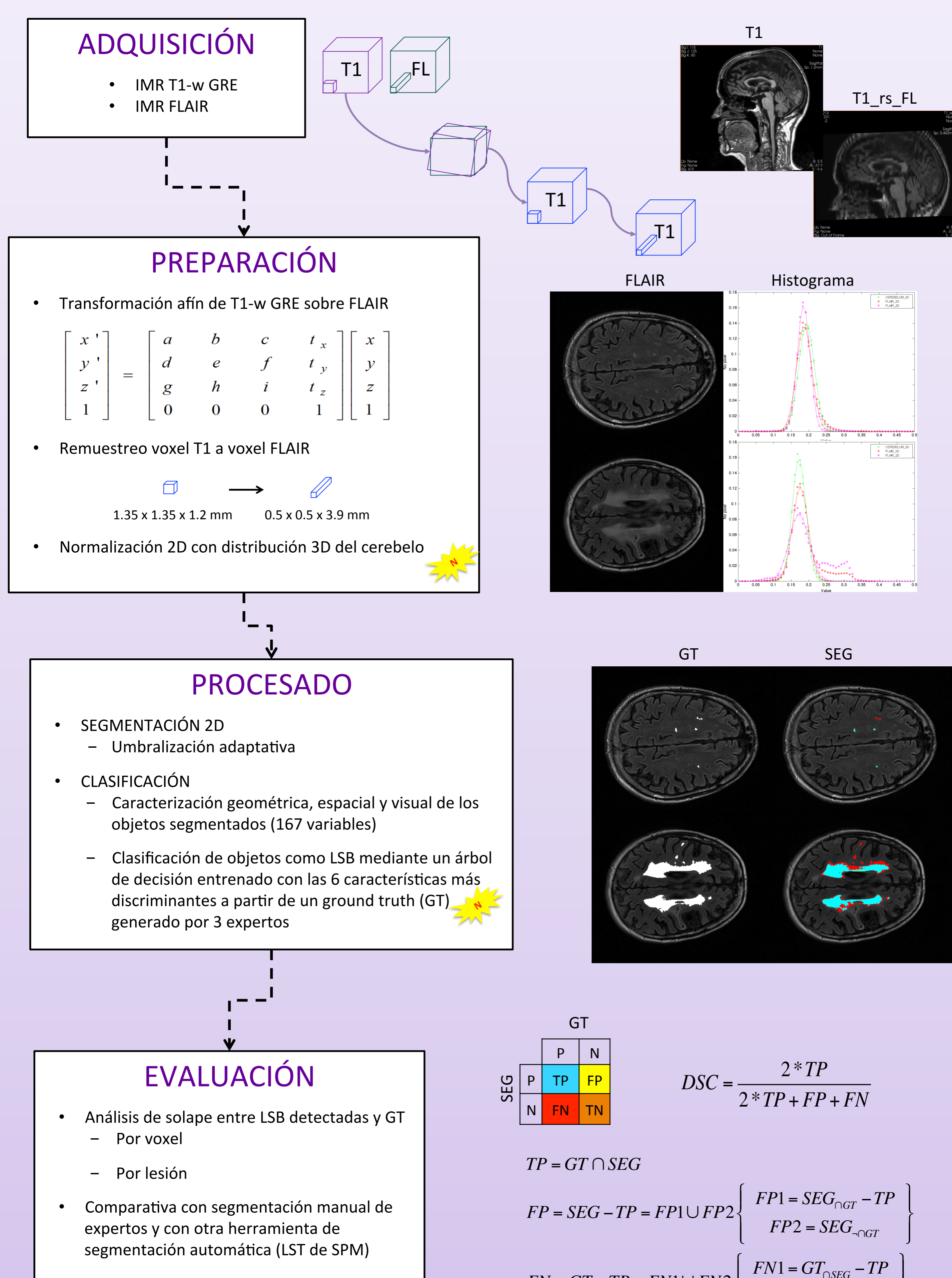
### • Métodos de aprendizaje: ¿Qué aportan?

Permiten aprender de los metadatos, generar modelos y hacer clasificación o regresión. En este trabajo se ha utilizado un clasificador para eliminar objetos segmentados en imágenes FLAIR que no cumplen las características típicas (respecto al GT generado por los expertos) de las LSB.

Blob Feature	Abs/Rel	Inner/global	Units
minorAxisLength	abs	inner	mm
disToBorder	abs	inner	mm
distZ	abs	inner	mm
distX	abs	inner	mm
FL_difNSIGMA	rel	global	std_wm
FL_difNSIGMA_primerSalto	rel	global	std_wm

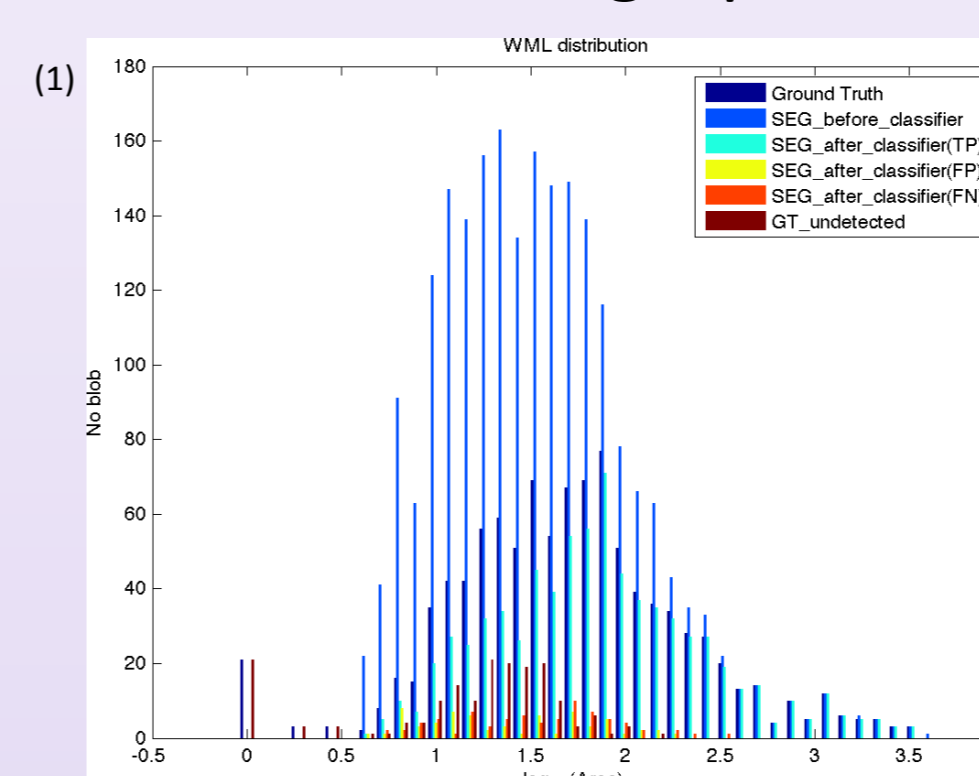
Se utilizan 6 características de los objetos segmentados por los expertos (GT) para entrenar un clasificador mediante un árbol de decisión.

## Metodología

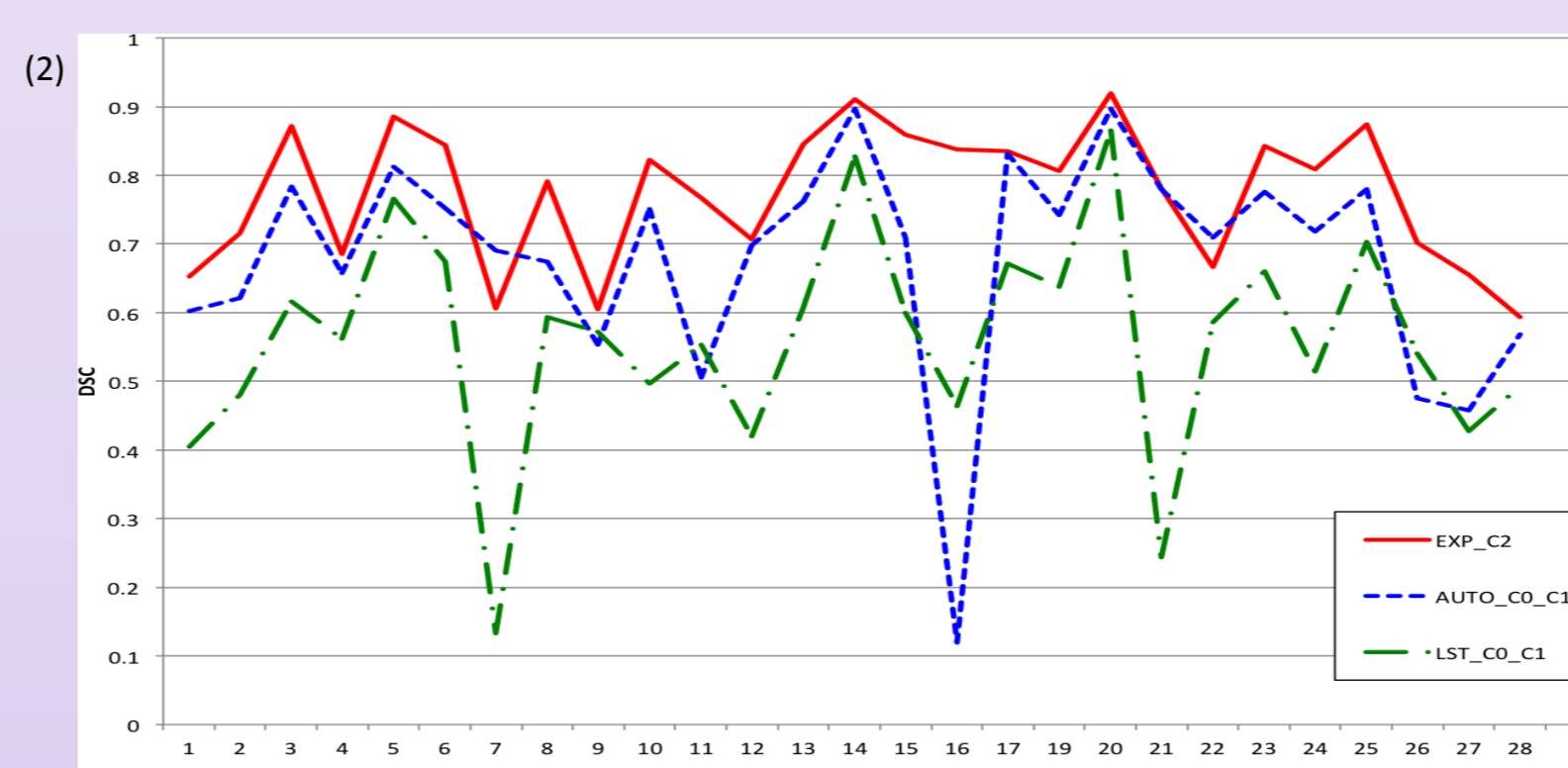


## Resultados y Discusión

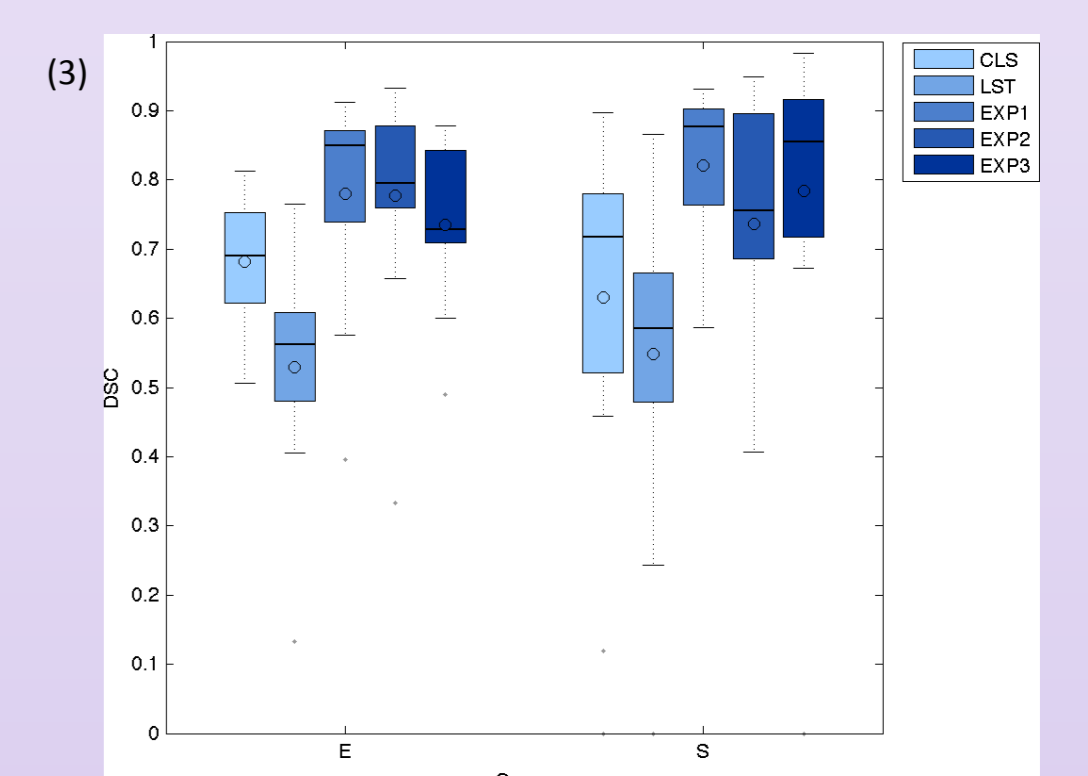
Se han estudiado 28 casos de sujetos de edad avanzada con deterioro cognitivo leve, 15 de ellos, además, con infartos crónicos denominados grupo S. El resto se ha denominado grupo E.



En la figura 1 la imagen de referencia o ground truth (GT) aparece de color azul oscuro. Las lesiones menores a 3 pixel (10<sup>9</sup>) se consideran valores atípicos (outliers) por lo que no se tienen en cuenta en el método de segmentación propuesto. La mayoría de las lesiones tienen un tamaño entre 10 y 100 pixel. En azul se muestra la distribución de objetos propuestos en la fase de segmentación. Se aprecia que, para valores altos de área (objetos grandes) la segmentación coincide prácticamente con el GT, pero para objetos pequeños se generan muchos falsos positivos, los cuales son eliminados por el clasificador. La tasa de éxito (DSC) es de **81.6% a nivel de lesión**. Los objetos clasificados como LSB se muestran en azul claro. Además de las lesiones clasificadas correctamente (TP), se tiene una minoría de objetos con solape respecto a GT que se clasifican como NO LSB (FN) y de objetos que no se detectan (GT\_undetected). Se muestran su distribución en color naranja y rojo respectivamente. Por último, se muestra en color amarillo los objetos clasificados como LSB que no se solapan con el GT utilizado (FP).



La figura 2 muestra el coeficiente de similitud Dice (DSC) respecto el GT utilizado de los 28 casos estudiados. En rojo la segmentación media de los 3 expertos, en azul la segmentación generada por el método propuesto y en verde la obtenida mediante la herramienta LST de SPM. Se observa que en la mayoría de los casos el DSC obtenido por nuestro método es mejor que los obtenidos por LST. El método propuesto obtiene muy buenos resultados, con un solape (TP) del **85.25% a nivel de voxel**. Además, los porcentajes de **área sobresegmentada** (falsos positivos) e **infrasegmentada** (falsos negativos) son del **12.15%** y **12.99%** respectivamente.



La figura 3 muestra el box-plot del coeficiente de similitud Dice (DSC) de los 28 casos divididos en grupo E y grupo S, para las diferentes segmentaciones generadas. **Nuestro método obtiene mejores resultados que LST** aunque algo peores que los expertos, independientemente del grupo. La variación del DSC del grupo S es mayor debido a que son casos con lesiones más grandes y con bordes muy difusos.

## Conclusiones

El análisis automático de imágenes de resonancia magnética es un campo de enorme potencial para la aplicación de técnicas de álgebra y geometría computacional.

El sistema aquí presentado se basa en la estrategia de generar y probar, y utiliza varios operadores matemáticos basados en álgebra y geometría para el corrección de imágenes, el remuestreo o la descripción de características de las LSB. Actualmente, se detectan LSB en imágenes 2D FLAIR con unos resultados cercanos a los de los expertos. Como trabajo futuro se plantean dos líneas de actuación, por un lado mejorar los resultados mediante el estudio de características 3D y por otro aplicar esta misma metodología a la localización de otras estructuras neuronales con características similares, como las de la esclerosis múltiple o los tumores.