

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA EN LA ODONTOLOGÍA: REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR
PAOLA ELIZABETH CIEZA BANCES

ASESOR
KARLA CECILIA REYES BURGOS
<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

Chiclayo, 2020

Índice

I.	Introducción.....	3
II.	Metodología.....	4
III.	Resultados y discusión.....	5
IV.	Conclusiones.....	7
V.	Agradecimiento	7
VI.	Bibliografía.....	7

La inteligencia artificial aplicada en la odontología: Revisión sistemática de la literatura

Paola Elizabeth Cieza Bances

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer 855
75756219@usat.pe

Resumen La presente revisión sistemática de la literatura tiene como objetivo recopilar los principales trabajos de investigación que hayan aplicado la inteligencia artificial en la odontología. Para cumplir con este objetivo, se realizó una búsqueda en tres bases de datos: ProQuest Central, IEEE Xplore y ScienceDirect, donde se utilizó la cadena de búsqueda “Inteligencia artificial en la odontología” limitando los resultados a las publicaciones hechas desde el año 2017 al año 2020. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, para finalmente evaluar la calidad de forma manual. Se inició con 180 artículos, de los cuales fueron seleccionados 15, siendo estos, las fuentes de información primaria. Los documentos se agruparon por: países, logrando de esta manera saber cuál de ellos mostraba un mayor interés en la aplicación de la inteligencia artificial en la odontología; por año, y así dar a conocer en cual hubo más productividad de investigaciones y por revistas, con el propósito de notar en cuál se publica más sobre la inteligencia artificial aplicada en la odontología. Finalmente, se concluyó que los países de Estados Unidos y Reino Unido son los que tienen mayor interés en estos estudios, con mayor acogida en el año 2020. Además, la revista IEEE Access fue la que obtuvo el mayor porcentaje de publicaciones con un 27%.

Palabras claves: Artificial, inteligencia, odontología.

Abstract The present systematic review of the literature aims to compile the main research works that have applied artificial intelligence in dentistry. To meet this objective, a search was performed in three databases: ProQuest Central, IEEE Xplore and ScienceDirect, where the search string “artificial intelligence in dentistry” was used, limiting the results to publications made from 2017 to 2020. Subsequently, inclusion and exclusion criteria were applied, to finally assess the quality manually. It started with 180 articles, of which 15 were selected, these being the primary sources of information. The documents were grouped by: countries, thus obtaining to know which of them showed a greater interest in the application of artificial intelligence in dentistry; per year, and thus publicize in which there was more productivity in research and by magazines, with the purpose of noting which one is published the most about artificial intelligence applied in dentistry. Finally, it was concluded that the countries of the United States and the United Kingdom are the ones that have the greatest interest in these studies, with the greatest reception in the year 2020. Furthermore, the IEEE Access magazine obtained the highest percentage of publications with 27%.

Keywords: Artificial, intelligence, dentistry.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de la inteligencia artificial (IA) y sistemas de aprendizaje va en aumento, cautivando la mente de los investigadores en gran parte del mundo. Este es un campo de las ciencias de la computación que, relacionada con el comportamiento inteligente y la creación de máquinas, es capaz de dotar a los sistemas con capacidad para imitar el comportamiento o pensamiento humano.

A lo largo de los años, la IA ha ido desarrollando nuevas técnicas y métodos como, por ejemplo, las redes neuronales, los algoritmos genéticos, los sistemas difusos y más. Estos avances, que actualmente funcionan en muchos de los aparatos tecnológicos que usamos en el día a día, nos hacen la vida más fácil, simplifican ciertas tareas que nos podrían tomar horas de trabajo y, es por ello, que se deciden implementar estas técnicas dentro de otras áreas y la medicina no es ajena a esto. En el presente artículo se evaluará específicamente el campo de la

odontología, donde son notables los avances que impulsa la inteligencia artificial; por ejemplo, en estos días se puede observar cómo los odontólogos hacen uso del diagnóstico computacional y aplicaciones radiológicas que ayudan a economizar tiempos e incluso a realizar cálculos más exactos de forma que sus pacientes queden satisfechos con los resultados.

Siendo así importante realizar este estudio para dar a conocer a las personas en general, que la aplicación de las diferentes técnicas de la inteligencia artificial en la odontología ayuda a lograr resultados y diagnósticos más precisos.

Esta revisión sistemática de la literatura tiene como objetivo recopilar los principales trabajos de investigación que hayan enfocado la inteligencia artificial a la odontología.

II. METODOLOGÍA

A continuación, se plantean los métodos y criterios utilizados para seleccionar documentos siguiendo la metodología planteada por Kitchenham [1] para la búsqueda de documentos.

Se consideraron cuatro puntos: el primero consiste en plantear las preguntas de investigación, en el segundo se describe la búsqueda que hemos realizado en cada base de datos, posteriormente se proponen los criterios de inclusión y exclusión que serán aplicados a los resultados de nuestra búsqueda para finalmente, plantear criterios de calidad que respalden la índole de la información.

A. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación deben garantizar respuestas de acuerdo con los objetivos que se han planteado, para esto, se han formulado tres interrogantes:

1. QR1: ¿Qué países han mostrado mayor preocupación, realizando investigaciones enfocadas a la inteligencia artificial aplicada a la odontología?
2. QR2: ¿En qué año se ha publicado mayor cantidad de investigaciones con respecto a la inteligencia artificial aplicada a la odontología?
3. QR3: ¿Qué revistas han tenido más publicaciones de investigaciones en las que se aplica la inteligencia artificial en la odontología?

B. Proceso de búsqueda

Con el fin de garantizar una buena revisión sistemática de la literatura, se han escogido tres bases de datos científicas en las que se puedan encontrar investigaciones relacionadas con ingeniería de sistemas.

Las bases de datos escogidas fueron: ProQuest Central, IEEE Xplore y ScienceDirect, a las cuales se les aplicaron distintos filtros según las herramientas que nos brindaban en cada plataforma.

a. ProQuest Central:

1. Cadena de búsqueda: “artificial intelligence in dentistry”.
2. Limitar a texto completo.

3. Evaluados por expertos.
4. El tipo de fuente es revistas científicas.
5. Tipo de documento es artículo.
6. Asunto “artificial intelligence” y “dentistry”.
7. Se consideran investigaciones desde el 2017-07-05 al 2020-07-05.

b. IEEE Xplore:

1. Cadena de búsqueda: “artificial intelligence in dentistry”.
2. Se consideran investigaciones desde el año 2017 al 2020.
3. Artículo de revista.

c. ScienceDirect.

En esta base de datos se ha escogido el apartado de revistas y libros, al usar la búsqueda avanzada se aplicaron los siguientes filtros.

1. Cadena de búsqueda para artículos: “artificial intelligence in dentistry”.
2. Se consideran investigaciones desde el año 2017 al 2020.
3. El tipo de artículos es artículos de investigación.

Tabla 1 Resultados de la búsqueda

Base de datos	Cantidad
ProQuest Central	81
IEEE Xplore	12
ScienceDirect	88
Total	180

Como se puede observar en la *tabla 1*, se han obtenido 81 resultados de la primera búsqueda, 12 de la segunda y 88 de la última, obteniendo un total de 180 resultados.

C. Criterios de inclusión y exclusión

Se plantean criterios de inclusión y exclusión que respalden la índole de la información obtenida.

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
1. Idioma inglés.	1. Publicaciones de paga.
2. Aborda el tema de inteligencia artificial aplicada en la odontología.	2. Publicaciones duplicadas.
3. Investigaciones entre los años 2017 - 2020.	3. Revisiones sistemáticas de la literatura

A continuación, se van a aplicar los criterios de inclusión (CI) y criterios de exclusión (CE) propuesto en la *tabla 2*.

Tabla 3 Aplicando criterios de inclusión y exclusión

Criterios	ProQuest Central	IEEE Xplore	ScienceDirect
CI1	81	12	88
CE1	81	7	16
CE2	81	7	16
CE3	77	7	14
CI2	21	4	0
CI3	21	4	0
Total			25

Se puede observar en la *tabla 3* la cantidad de artículos que quedaron después de aplicar cada criterio de calidad, haciendo que nuestros resultados reduzcan de manera significativa.

D. Evaluación de la calidad

Posteriormente, después de haber realizado el proceso de búsqueda, se analizará de manera manual las 25 investigaciones para verificar que cumplan con la estructura de artículo y sean de fuente de información primaria.

Tabla 4 Aplicación de los criterios de calidad

	ProQuest Central	IEEE Xplore	ScienceDirect
Estructura de artículo	17	4	-
Fuente de información primaria	11	4	-
Total			15

Después de aplicar los criterios de calidad, como se observa en la *tabla 4*, nuestros resultados se reducen a 15. Estos artículos son los que han logrado pasar los tres ítems anteriores y se usarán para responder las preguntas de investigación.

Tabla 5 Listado de artículos seleccionados para el análisis

Base de datos	Artículos	Total
ProQuest Central	[2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12]	11
IEEE Xplore	[13] [14] [15] [16]	4

En la *tabla 5*, se muestran los resultados siendo clasificados por base de datos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para proceder a responder las preguntas de investigación, se ha hecho una revisión exhaustiva de los 15 artículos que fueron seleccionados.

1. QR1: ¿Qué países han mostrado mayor preocupación, realizando estudios enfocados a la inteligencia artificial aplicado a la odontología?

Para responder la pregunta QR1, se han clasificado los artículos por país de publicación y pueden ser observados en la *tabla 6*.

Tabla 6 Clasificación de los artículos por país

País	Artículos	Total
Estados Unidos	[2] [13] [15] [16]	5
Reino Unido	[4] [5] [6] [8] [9]	5
Suiza	[3] [7]	2
Países Bajos	[10]	1
India	[11]	1
Rumania	[12]	1

Los resultados ubican a Estados Unidos y Reino Unido en la cabecera, siendo los que tienen mayor cantidad de artículos de la inteligencia artificial aplicada a la odontología.



Figura 1 Cantidad de publicaciones por país

Estados Unidos cuenta con cinco publicaciones [2] [13] [15] [16] en su territorio. De estas publicaciones, la mayoría de sus autores son de otros países; por ejemplo, en uno de los artículos [16] se cuenta con cinco autores de nacionalidad china, pero se le atribuye su investigación al país de Estados Unidos, puesto que fueron publicados en la revista digital IEEE Access la cual tiene su sede principal en Estados Unidos [17].

De igual manera, Reino Unido tiene la misma cantidad de publicaciones [4] [5] [6] [8] [9] y así mismo, en el siguiente lugar se encuentra Suiza, a la que se le atribuye dos publicaciones [3] [7]. El resto de los países no han mostrado mayor preocupación, por lo cual, el

resto de artículos se les atribuye a países como: Países Bajos [10], India[11] y finalmente en Rumania [12].

En base a esto, después de observar la *figura 1*, se intuye que Europa es el continente con mayor cantidad de publicaciones.

2. QR2: ¿En qué año se ha publicado mayor cantidad de investigaciones con respecto a la inteligencia artificial aplicada a la odontología?

Para responder la pregunta QR2, se han clasificado los artículos por año de publicación y pueden ser observados en la *tabla 7*.

Tabla 7 Clasificación de los artículos por año

Año	Artículos	Total
2020	[13] [15] [3] [4] [5] [6] [7]	7
2019	[16] [14] [10] [11] [12]	5
2018	[2] [8] [9]	3

A continuación, en la *figura 2*, se implementará un gráfico para visualizar el porcentaje de publicaciones por año.

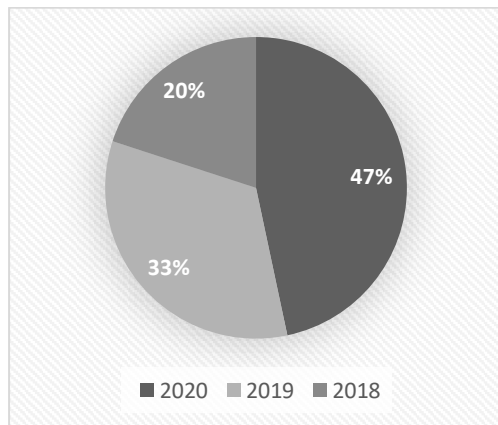


Figura 2 Porcentaje de publicaciones al año

A pesar, de haber considerado en la revisión sistemática de la literatura, las investigaciones que hayan sido publicadas en el rango de años 2017-2020, no se ha podido seleccionar trabajo alguno del año 2017.

En el año 2020 se realizó el 47% de publicaciones [13] [15] [3] [4] [5] [6] [7], se desarrollaron en su mayoría aplicaciones en las que se hace uso de redes neuronales, por ejemplo, en uno de los artículos [13], se busca dar un diagnóstico de tratamiento de ortodoncia asistido por computadora.

En base a la *figura 2*, se infiere que, con el transcurso de los años, la cantidad de investigaciones va en aumento y se está teniendo más interés en las aplicaciones de la inteligencia artificial en la odontología.

3. QR3: ¿Qué revistas han tenido más publicaciones de investigaciones que aplican la inteligencia artificial en la odontología?

Para responder la pregunta QR3, se han clasificado los artículos por revista y pueden ser observados en la *tabla 8*.

Tabla 8 Clasificación por revista

Revista	Artículos	Total
IEEE Access	[13] [14] [15] [16]	4
BMC Oral Health	[4] [6] [9]	3
Plos One	[2]	1
International Journal of Environmental Research and Public Health	[3]	1
Scientific Reports	[5]	1
Diagnostics	[7]	1
Complexity	[8]	1
Progress in Orthodontics	[10]	1
Research Journal of Pharmacy and Technology	[11]	1
Applied Medical Informatics	[12]	1

Los resultados ubican a la revista IEEE Access y BMC Oral Health en la cabecera de la tabla.

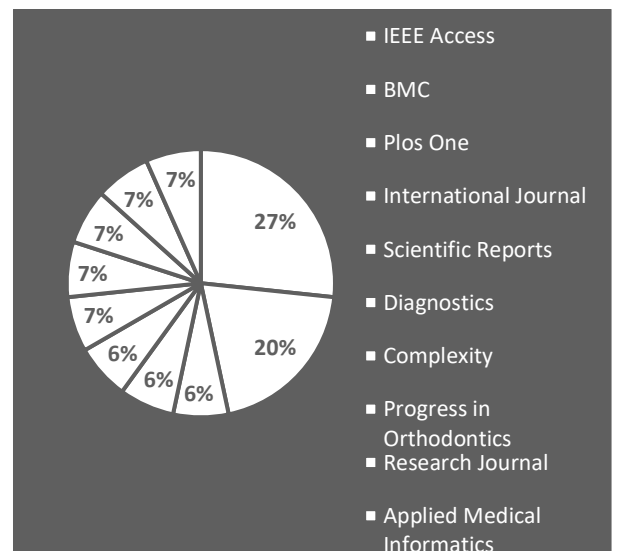


Figura 3 Porcentaje de publicaciones por revista

Como se muestra en la *figura 3*, la revista estadounidense IEEE Access, perteneciente a la base de datos IEEE Xplore, tiene un 27% de las publicaciones [13] [14] [15] [16] que se ha considerado para la presente revisión sistemática de la literatura. Además, se encontró durante el análisis que en los años 2017 y 2018 no se realizaron publicaciones. En segundo lugar está la revista BMC que pertenece al país de Reino Unido con tres publicaciones [4] [6] [9] que viene a ser el 20% de las que han sido consideradas.

Por último, el resto de las revistas han tenido tan solo una publicación.

IV. CONCLUSIONES

A pesar, de que la inteligencia artificial es muy popular, existen áreas en las cuales los trabajos realizados son reducidos, este es el caso de la odontología.

En el presente trabajo se han revisado quince aplicaciones de la inteligencia artificial en la odontología, pudiendo así inferir que con el transcurrir de los años las investigaciones sobre la inteligencia artificial aplicada a la odontología irá en aumento respecto al año anterior (tres publicaciones en el año 2018, cinco en el 2019 y siete en el presente año).

Se visualiza que Estados Unidos, con su revista IEEE Access, contó con el 27% de publicaciones, encabezando la lista de los países con mayor interés en realizar estas investigaciones, junto a Reino Unido, principalmente entre los años 2017-2020.

Se identificó que la base de datos de donde se ha podido recaudar mayor cantidad de información es ProQuest Central, con una tendencia en las aplicaciones de diagnósticos por computadora.

Finalmente, se ha identificado que en la mayoría de los artículos se hace uso de las redes neuronales, pues estas tienen la capacidad de aprender basándose en el entrenamiento al que se le somete y es tolerante a fallos.

V. AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme y brindarme la oportunidad de realizar esta revisión sistemática de la literatura. También, expreso gratitud a mi asesora Karla Reyes Burgos, por su ayuda y paciencia al momento de orientarme.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Kitchenham, «Systematic literature reviews in software engineering – A systematic,» *Information and Software Technology*, vol. 52, n° 8, pp. 792-805, 2010.
- [2] G. Vaccaro, J. I. Pelaéz y J. Gil, «A Novel Expert System for Objective Masticatory Efficiency Assessment,» *PLOS ONE*, vol. 13, n° 1, 2018.
- [3] M. Vranckx, Adriaan Van Gerven, H. Willems, A. Vandemeulebroucke, A. Ferreira, C. Politis y R. Jacobs, «Artificial Intelligence (AI)-Driven Molar Angulation Measurements to Predict Third Molar Eruption on Panoramic Radiographs,» *International Journal of to Predict Third Molar Eruption on Panoramic Radiographs*, vol. 17, n° 10, p. 3716, 2020.
- [4] H. Lerner, J. Mouhyi, O. Admakin y F. Mangano, «Artificial intelligence in fixed implant prosthodontics: a retrospective study of 106 implant-supported monolithic zirconia crowns inserted in the posterior jaws of 90 patients,» *BMC Oral Health*, vol. 20, pp. 1-16, 2020.
- [5] G. Kwak, K. Eun-Jung, J. Song, H. Park, J. Yun-Hoa, B.-H. Cho, H. Pan y J. Hwang, «Automatic mandibular canal detection using a deep convolutional neural network,» *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, vol. 10, n° 1, 2020.
- [6] W. You, A. Hao, S. Li, Y. Wang y B. Xia, «Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments,» *BMC Oral Health*, vol. 20, pp. 1-7, 2020.
- [7] M. G. Endres, F. Hillen, M. Salloumis, A. Sedaghat, S. Niehues, O. Quatela, H. Hanken, R. Smeets, B. Beck-Broichsitter, C. Rendenbach, K. Lakhani, M. Heiland y R. Gaudin, «Development of a Deep Learning Algorithm for Periapical Disease Detection in Dental Radiographs,» *Diagnostics*, vol. 10, n° 6, p. 430, 2020.
- [8] G. Ruz y P. Araya, «Predicting Facial Biotypes Using Continuous Bayesian Network Classifiers,» *Complexity*, vol. 2018, p. 14, 2018.
- [9] Y. Nakano, N. Suzuki y F. Kuwata, «Predicting oral malodour based on the microbiota in saliva samples using a deep learning approach,» *BMC Oral Health*, vol. 18, 2018.
- [10] H. Kök, A. Acilar y M. Said, «Usage and comparison of artificial intelligence algorithms for determination of growth and development by cervical vertebrae stages in orthodontics,» *Progress in Orthodontics*, vol. 20, n° 1, pp. 1-10, 2019.
- [11] A. Mahmood, «Using Computer Images to identify the pathology of Tooth and the application of SVM Systems in Dentistry,» *Research Journal of Pharmacy and Technology*, vol. 12, n° 7, pp. 3537-3540, 2019.
- [12] P. Bindal, U. Bindal, M. Kazemipoor, M. Kazemipoor y S. Jha, «Hybrid Machine Learning Approaches in Viability Assessment of Dental Pulp Stem Cells Treated with Platelet-Rich Concentrates on Different Periods,» *Applied Medical Informatics*, vol. 41, n° 3, pp. 93-101, 2019.
- [13] Y. Rao, Y. Wang, F. Meng, J. Pu, J. Sun y Q. Wang, «A Symmetric Fully Convolutional Residual,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 92028-92038, 2020.
- [14] S. Tian, N. Dai, B. Zhang, F. Yuan, Q. Yu y X. Cheng, «Automatic Classification and Segmentation of Teeth on 3D Dental Model Using Hierarchical Deep Learning Networks,» *IEEE Access*, vol. 7, pp. 84817 - 84828, 2019.
- [15] S. Lee, S. Woo, J. Yu, J. Seo, J. Lee y C. Lee, «Automated CNN-Based Tooth Segmentation in Cone-Beam CT for Dental Implant Planning,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 50507 - 50518, 2020.
- [16] X. Dai, H. Zhao, T. Liu, D. Cao y L. Xie, «Locating Anatomical Landmarks on 2D Lateral Cephalograms Through Adversarial Encoder-Decoder Networks,» *IEEE Access*, vol. 7, pp. 132738 - 132747, 2019.
- [17] «EcuRed,» 23 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/IEEE>. [Último acceso: 15 Julio 2020].

Artículo de revisión

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	17%	9%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.mdpi.com Fuente de Internet	2%
2	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
3	eprints.utas.edu.au Fuente de Internet	1%
4	Chunfeng Lian, Li Wang, Tai-Hsien Wu, Fan Wang, Pew-Thian Yap, Ching-Chang Ko, Dinggang Shen. "Deep Multi-Scale Mesh Feature Learning for Automated Labeling of Raw Dental Surfaces From 3D Intraoral Scanners", IEEE Transactions on Medical Imaging, 2020 Publicación	1%
5	Kanghan Oh, IL-Seok Oh, Thang Van nhat Le, DAE-WOO LEE. "Deep Anatomical Context Feature Learning for Cephalometric Landmark Detection", IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2020 Publicación	1%

6	doctorpenguin.com Fuente de Internet	1%
7	onlinelibrary.wiley.com Fuente de Internet	1%
8	aapm.onlinelibrary.wiley.com Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Study Group Australia Trabajo del estudiante	1%
10	www.elsevier.es Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Universidad de Alicante Trabajo del estudiante	1%
12	Sanjeev B. Khanagar, Ali Al-ehaideb, Prabhadevi C. Maganur, Satish Vishwanathaiah et al. "Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review", Journal of Dental Sciences, 2020 Publicación	1%
13	www.i-scholar.in Fuente de Internet	1%
14	export.arxiv.org Fuente de Internet	1%
15	documents.mx	

	Fuente de Internet	1%
16	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
17	docplayer.es Fuente de Internet	1%
18	Submitted to Collin County Community College Trabajo del estudiante	<1%
19	tel.archives-ouvertes.fr Fuente de Internet	<1%
20	www.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1%
21	gonzalaruz.com Fuente de Internet	<1%
22	vufind.katalog.k.utb.cz Fuente de Internet	<1%
23	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
24	www.terra.cl Fuente de Internet	<1%
25	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%
26	www.iasvirtual.net Fuente de Internet	<1%

27	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
28	www3.wipo.int Fuente de Internet	<1 %
29	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
30	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
31	etcetera.com.mx Fuente de Internet	<1 %
32	arxiv.org Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado