

## La traducción del conocimiento en cáncer cervicouterino: ¿una brecha entre la investigación sobre las causas y la investigación sobre la atención al paciente?

Translation of knowledge on cervical cancer: is there a gap between research on causes and research on patient care?

A tradução do conhecimento em câncer cervical: existe um fosso entre a investigação sobre as causas e as pesquisas sobre o atendimento ao paciente?

David Fajardo-Ortiz <sup>1</sup>  
Héctor Ochoa <sup>1</sup>  
Luis García <sup>1</sup>  
Víctor Castaño <sup>2</sup>

### Abstract

*This article constructs a map on the translation of knowledge concerning cervical cancer, based on citation networks analysis and the use of Gene Ontology terms and Medical Subject Headings. We identified two areas of research that are poorly interconnected and differ in structure, content, and evolution. One focuses on causes of cancer and the other on patient care. The first research area showed a knowledge translation process where basic research and clinical research are communicated through a set of articles that consolidate human papillomavirus infection as the necessary cause of cervical cancer. The first area aims to prevent HPV infection and the development of cervical cancer, while the second aims to stage and treat the disease.*

*Translational Medical Research; Uterine Cervical Neoplasms; Knowledge*

### Resumen

*En este trabajo construimos un mapa de la traducción del conocimiento sobre cáncer cervicouterino, basado en el análisis de redes de citación y en el uso de términos del "Gene Ontology" y del Medical Heading Subject. Identificamos dos campos de investigación sobre cáncer cervicouterino, pobremente conectados entre sí, que difieren en estructura, contenido y evolución. Un área está centrada en el estudio de las causas de la enfermedad, mientras que la otra se centra en la atención al paciente. En la primera área encontramos un proceso de traducción del conocimiento en la que la investigación clínica y la investigación básica se comunican a través de un conjunto de artículos que consolidan la infección por el papilomavirus como la causa necesaria del cáncer cervicouterino. La primera área está orientada a prevenir la infección por el virus del papiloma humano y el subsecuente desarrollo del cáncer cervicouterino, mientras que la otra área se ocupa de la estadificación y tratamiento de la enfermedad.*

*Investigación en Medicina Translacional; Neoplasias del Cuello Uterino; Conocimiento*

<sup>1</sup> El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, México.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México.

#### Correspondencia

H. Ochoa  
El Colegio de la Frontera Sur,  
Periférico Sur s/n, María  
Auxiliadora, San Cristóbal  
de las Casas, Chiapas 29290,  
México.  
hochoa@ecosur.mx

## Introducción

Para convertir los avances de las ciencias biomédicas en mejoras en la calidad de vida de las personas se ha procurado integrar un modelo de traducción del conocimiento, compuesto de dos grandes pasos, que irían de la investigación básica a la práctica médica, pasando por el desarrollo de un conocimiento aplicable<sup>1,2</sup>. A partir de este modelo se han venido institucionalizando en los Estados Unidos de América<sup>3,4</sup> y en Europa<sup>5</sup> una serie de estrategias con miras a acelerar el proceso de traducción del conocimiento.

Para generar evidencia empírica que permita comprender la traducción del conocimiento, se han desarrollado propuestas de investigación que buscan identificar este proceso en las redes de citación entre publicaciones<sup>6,7,8,9</sup>. Entre estas propuestas existen diferencias claves, en cuanto al tipo de análisis de redes de citación, y en cuanto al proceso de clasificación de los artículos como clínicos o básicos. En una primera estrategia, la clasificación se basa en el conocimiento experto del autor y de un revisor externo. En estos trabajos se pretende determinar las rutas centrales en las redes de inter-citación entre publicaciones que pertenecen a la investigación del descubrimiento o a la investigación de la aplicación. Una vez clasificadas las rutas centrales de cada tipo de investigación, se busca identificar los puntos claves de interacción entre estas áreas<sup>7,8</sup>. La otra estrategia se basa en una clasificación de los artículos en cuatro niveles, que van de la investigación básica a la observación clínica, pasando por dos niveles intermedios, de acuerdo a la combinación de los términos (básicos y clínicos) que aparecen en los títulos de los artículos. Estos trabajos que se especializan en el conocimiento sobre las enfermedades cardiovasculares y/o el cáncer en general realizan sus análisis al nivel de citaciones entre revistas, buscando identificar en cuales de éstas se realiza el paso traslacional que va de las ciencias básicas a la observación clínica<sup>6,9</sup>.

En la investigación que aquí se presenta, se busca caracterizar el proceso de traducción del conocimiento sobre cáncer cervicouterino. Esta enfermedad presenta un potencial interés para el campo interdisciplinario de estudios sobre ciencia y sociedad, debido a su condición de enfermedad desatendida. En 1975 la incidencia de cáncer cervicouterino no difería en orden de magnitud entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo<sup>10</sup>, pero para el año 2008 las diferencias se han amplificado, por ejemplo, la incidencia de cáncer cervicouterino en América del Norte (sin México) es tres veces menor a la que se reporta para el resto de las regiones del continente<sup>11</sup>. Un meta-análisis, basado en 57 es-

tudios, aporta evidencia clara de que el riesgo de padecer cáncer cervicouterino invasivo es mucho mayor entre poblaciones de bajos ingresos<sup>12</sup>. Un estudio realizado en India, Bangladesh, Sri Lanka y Nepal, países que en conjunto aportan un tercio de los casos de cáncer cervicouterino a nivel mundial, describe a esta enfermedad como “relativamente desatendida en términos de promoción, detección y prevención”<sup>13</sup> (p. M43).

Sin embargo, el cáncer cervicouterino bien pudiera considerarse también como una enfermedad desatendida en términos de investigación científica, si consideramos la proporción entre artículos que tratan sobre un tipo particular de cáncer con respecto a su incidencia. De tal modo que mientras hay una tasa de 0,067 artículos por cada caso estimado de cáncer de seno en el mundo, tenemos tan solo 0,018 artículos por caso estimado de cáncer cervicouterino, de acuerdo a una consulta realizada en octubre de 2012 en el Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>)<sup>14</sup> y el sitio GLOBOCAN 2008 (<http://globocan.iarc.fr/references.htm>)<sup>14</sup>.

En este trabajo proponemos que un análisis estructural de la red de citaciones entre artículos, junto con un análisis del contenido de los mismos, permite determinar si el modelo de traducción del conocimiento por niveles para el cáncer en general, se cumple en un caso particular. Permite también identificar con mayor claridad a las principales sub-áreas de investigación sobre cáncer cervicouterino y como éstas se relacionan entre sí, e identificar a aquellos grupos de investigación que son claves para el proceso de traducción del conocimiento.

## Metodología

Del Web of Science<sup>14</sup> se seleccionó el 10% de los artículos de investigación más citados que tuvieran en su título la frase “cervical cancer\*”, y que fueron publicados entre 1900 y octubre de 2012, mes en el que se realizó la consulta al Web of Science.

De estos artículos se seleccionaron aquellos que fueron publicados en un conjunto de revistas clasificadas por Cambriosio et al.<sup>6</sup> como “clínicas”, “mezcla clínica”, “de investigación clínica” y “de investigación básica”. Los nombres de las revistas utilizadas se muestran en la figura 2 del artículo de Cambriosio et al.<sup>6</sup>. De este modo, se obtuvo un conjunto de 595 artículos, publicados entre 1944 y 2011, los cuales tienen entre 43 y 2.812 citas por artículo.

Se construyó un modelo de red de 509 artículos, usando el *software* HistCite (Thomson Reuters, New York, Estados Unidos), a partir de

la información bajada del Web of Science. Estos artículos estuvieron ligados a una sola red por al menos una cita.

Mediante una consulta al sitio GOPubMed (<http://www.gopubmed.org/web/gopubmed/>) se buscaron los términos del *Medical Subjects Headings* (MeSH) y del *Gene Ontology* (GO), asociados a cada artículo<sup>15,16,17</sup>. Esta información fue añadida al modelo de red.

Para abordar el problema de clasificar los artículos en distintos niveles de investigación se optó por asignar a cada artículo un valor entre 1 y 0, dependiendo de la proporción de sus términos básicos, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Términos GO} + \text{términos básicos MeSH}}{\text{Todos términos GO del PubMed}}$$

Todos los términos GO son considerados básicos y varios de los términos MeSH fueron clasificados como tales a criterio de los autores. Los términos básicos del MeSH estuvieron constituidos por procesos fisiológicos, estructuras biológicas, funciones moleculares, especies biológicas y bio-moléculas. Una lista con ejemplos de términos MeSH básicos se adjunta a este artículo.

El modelo de red fue importado para su visualización y análisis al programa Cytoscape. Para organizar visualmente el modelo de red se utilizó un algoritmo “dirigido por fuerzas”, llamado “*spring embeded*” que funciona como “*plugin*” de Cytoscape<sup>18</sup>. Se colorearon los nodos de acuerdo a un gradiente de color que va del rojo al azul, en función de la proporción de términos de investigación básica y no básica calculada en el paso anterior.

Para robustecer la clasificación basada en la proporción de términos GO y MeSH, se utilizó simultáneamente la clasificación de las revistas en cuatro niveles para el año 2000, desarrollada por Cambrosio et al.<sup>6</sup>. Cada artículo fue clasificado en alguno de los cuatro niveles, dependiendo de la revista en donde fue publicado. Los nodos fueron coloreados de azul para el nivel de observación clínica, verde para el de mezcla clínica, naranja para investigación clínica y rojo para investigación básica.

Para identificar subredes altamente conectadas entre sí, se realizaron dos análisis de agrupamiento, utilizando el algoritmo MCODE (“*molecular complex detection*”)<sup>19</sup> el cual funciona como una extensión de Cytoscape. El primer análisis buscó identificar subredes pequeñas que versaran sobre tópicos de investigación muy específicos, para lo cual se modularon los parámetros “*node score cutoff*”, que es el parámetro principal que influye en el tamaño de las subredes, y “*K-core*”, el cual es el número mínimo de inter-citaciones que debe tener los artículos “semilla” de

cada subred. Los valores de los parámetros que mejor ajustaron fueron 1, 3 y 2 respectivamente. El segundo análisis buscó identificar las subredes más grandes posibles que estuvieran claramente diferenciadas entre sí. Los parámetros mejor ajustados fueron 0,6 para el “*node score cutoff*” y 5 para el “*K-core*”.

Las subredes fueron etiquetadas de acuerdo a la información contenida en los títulos y en los resúmenes de sus artículos, así como en base a los términos GO y MeSH asociados a estos.

Para conocer la evolución de la red de citaciones sobre cáncer cervicouterino, el modelo se segmentó en cuatro periodos de tiempo, de distinta duración para tener una cantidad similar de artículos en cada uno, pero sin fragmentar los años. Los periodos de tiempo fueron de 1959 a 1989 con 129 artículos, de 1990 a 1998 con 135 artículos, de 1999 a 2002 con 114 artículos, y de 2003 a 2011 con 137 artículos. A cada uno de los cuatro segmentos se les realizó un análisis de agrupamiento, usando MCODE con los mismos valores de parámetros, usados para identificar subredes pequeñas.

## Resultados

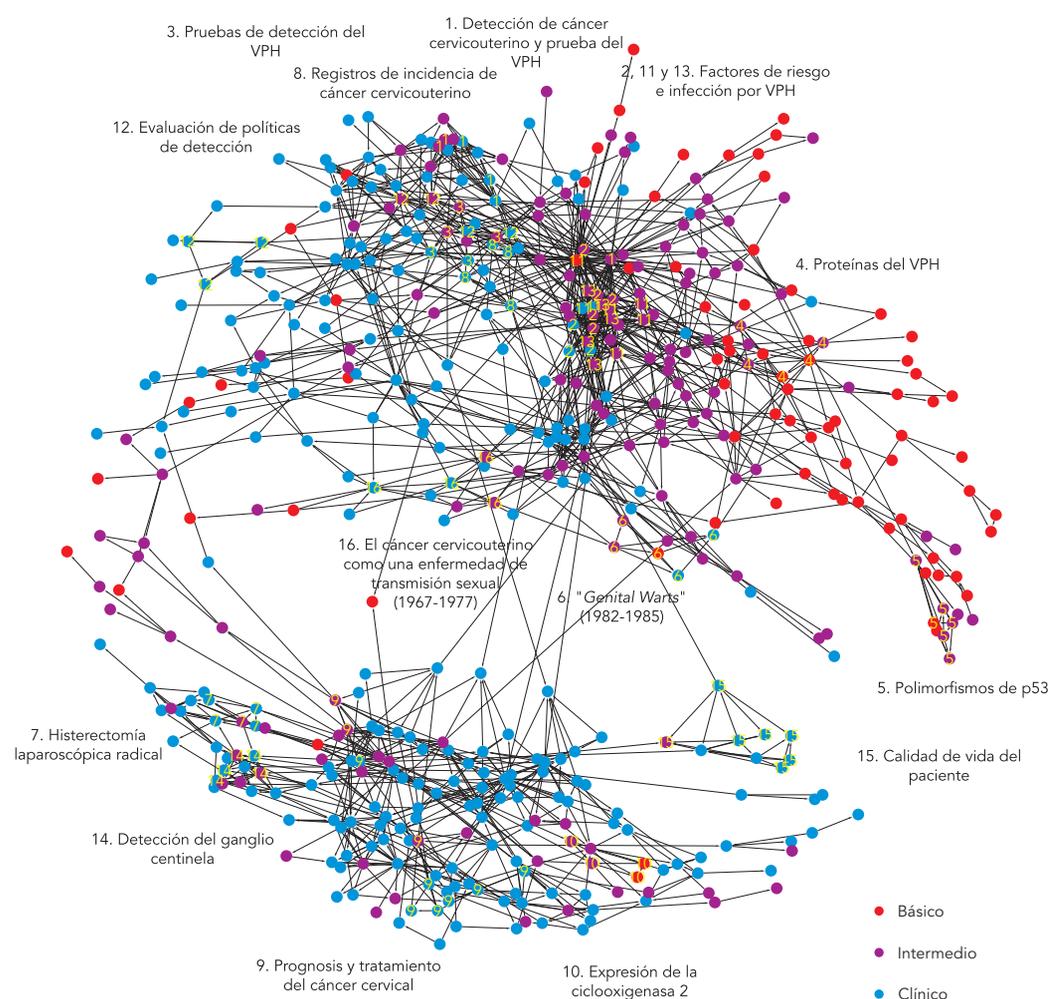
El método de clasificación de artículos mediante el uso de los términos GO y MeSH resultó ser satisfactorio, si lo comparamos con la clasificación a nivel de revista de Cambrosio et al.<sup>6</sup>. En general, los artículos publicados en revistas básicas o clínicas presentaron valores cercanos a 1 y a 0 respectivamente. En el caso de los artículos publicados en revistas clasificadas dentro de alguno de los dos niveles intermedios, se observó un gradiente continuo que iría de lo básico a lo clínico, dependiendo de su posición en la red de citaciones (Figura 1).

Con base en el análisis del modelo de red y en su enriquecimiento con los términos GO y MeSH se construyó un mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino que proporciona información clave sobre el proceso traslacional y que muestra la interrelación existente entre las principales líneas de investigación. En dicho mapa se observan dos grandes regiones pobremente conectadas entre sí. En la región ubicada en la parte superior se observa un proceso de traducción del conocimiento, donde los artículos básicos están unidos a los artículos clínicos por un conjunto de artículos de contenido intermedio. La región colocada en la parte inferior está compuesta casi en su totalidad por artículos clínicos (Figura 1).

El análisis de agrupamiento, usando el algoritmo MCODE, identificó 16 subredes pequeñas con una conectividad mayor a un borde por

Figura 1

Mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino.



nodo; su contenido nos permitió mapear las relaciones que existen entre las principales líneas de investigación sobre cáncer cervicouterino (Figura 1). El número utilizado para marcar a las subredes es el rango asignado por MCODE a cada subred, en base al nivel de conectividad de sus nodos; la subred 1 es la que tiene la tasa más alta de bordes/nodos.

Las subredes 1-6, 8 y 11-13 se localizan en la región superior del mapa, todas versan sobre el estudio de la enfermedad desde distintas líneas de investigación. Las subredes 4 y 5 están constituidas por artículos de contenidos básicos que se centran en la explicación molecular del cáncer cervical. Las subredes 2, 3, 11 y 13 están en un

nivel intermedio (traslacional) de investigación y se centran en la relación causal entre la infección por VPH y el desarrollo de la enfermedad. La subredes 1, 8 y 12 son de un nivel clínico de investigación y están centrados en la detección del cáncer cervicouterino.

La región inferior del mapa, la cual está formada casi en su totalidad por artículos clínicos, se identificaron las subredes 7, 9, 10, 14 y 15, las cuales giran en torno a la atención a paciente de cáncer cervical. La subred 7 se centra en la técnica quirúrgica llamada histerectomía laparoscópica radical; la subred 9 en la prognosis y el tratamiento, la subred 10 en contenidos básicos, abocados al estudio de la expresión genética de

la ciclooxigenasa 2 en el paciente; la subred 14 sobre la identificación del nodo centinela y, finalmente, la subred 15 en estudios sobre el efecto de la enfermedad y el tratamiento en la calidad de vida del paciente.

También se identificaron dos subredes que dan cuenta de la evolución del paradigma en la explicación de la enfermedad (Figura 1). La subred 16 está constituida por artículos publicados entre 1967 y 1977, que identifican al cáncer cervicouterino como una enfermedad de transmisión sexual, mientras que en la subred 6, con artículos publicados entre 1982 y 1986, ya identifica a la infección por VPH como causante del cáncer cervical desde un enfoque fisiopatológico.

Se encontraron dos grandes subredes (Figura 1) que constituyen las partes centrales de las dos regiones anteriormente señaladas. La primera subred está constituida por 44 artículos altamente conectados entre sí, con una tasa de bordes/nodos de 4,88. Los principales términos del GO y del MeSH indican que esta subred se centra en la relación de tipo causal entre el cáncer cervicouterino y la infección por VPH junto con otros factores de riesgo (Tabla 1). Los artículos provienen principalmente de países europeos y presenta una gran concentración de publicaciones en un solo grupo de investigación (Tabla 2). La segunda subred (Figura 1) está conformada por 72 artículos con una tasa de bordes/nodos de 2,5. Los principales términos del GO y del MeSH para esta subred indican que su contenido versa sobre el paciente enfermo y la estadificación de la enfermedad (descripción de la extensión o gravedad del cáncer, basado en la extensión del tumor, la presencia de células en los ganglios linfáticos y si hay o no metástasis a otros órganos) (Tabla 1). Por otro lado, en esta región no existe una gran concentración de artículos por autor (Tabla 2).

Al segmentar el mapa en cuatro periodos y al buscar subredes en estos segmentos, usando MCODE, se observa la evolución independiente de las dos grandes regiones (Figuras 2, 3, 4 y 5). En la región centrada en la enfermedad destacan el descubrimiento de la relación causal entre el VPH y el cáncer cervical, y el desarrollo de métodos de diagnóstico. Mientras que en la región enfocada en el estudio de la atención al paciente se observa un continuo desarrollo en los métodos de tratamiento e intervención.

## Discusión

El principal aporte metodológico de este trabajo es el uso de herramientas propias de la bioinformática y de las ciencias genómicas, como lo son Cytoscape, MCODE y las categorías del GO. Estas

Tabla 1

Principales términos del *Medical Subjects Headings* (MeSH) por número de artículos de las subredes 1 y 2.

Subredes	n
Subred 1	
Neoplasias cervicouterinas	44
Papillomaviridae	37
Adulto	33
Mujer	33
Infecciones por papilomavirus	30
Mediana edad	29
ADN	27
Tumor por infecciones de virus	26
Factores de riesgo	26
ADN viral	25
Estudios de caso-control	23
Subred 2	
Neoplasias cervicouterinas	72
Pacientes	66
Adulto	51
Mediana edad	48
Ganglios linfáticos	40
Ganglio	40
Neoplasias	39
Tercera edad	38
Etapas de neoplasia	35

herramientas permitieron obtener información relevante sobre el proceso de traducción del conocimiento. Optamos por el uso de estas herramientas, con base en los siguientes criterios: en primer lugar el *software* (Cytoscape y MCODE) y la base de datos (GOPubMed) son de acceso libre, segundo, pueden ser usadas por personas que no poseen un conocimiento informático avanzado, y tercero permitiría aprovechar el vertiginoso crecimiento de nuevos instrumentos de investigación documental, derivados de las nuevas ciencias “ómicas” y de la bioinformática<sup>20</sup>.

Es importante recordar que las citaciones en la literatura científica presentan una distribución libre de escala<sup>21</sup>, por lo que para el estudio de los procesos comunicacionales que se dan en las redes de citaciones es recomendable usar los artículos más citados a modo de muestra. Una consulta reciente al Web of Science (02/Ago/2013) reporta 177.393 citaciones hechas a los artículos de investigación con la frase “cervical cancer\*” en sus títulos, mientras que los 509 artículos que forman el modelo de red del presente estudio reciben 65.195, es decir, concentran el 36,7% de las

Tabla 2

Principales autores de las subredes 1 y 2.

Autores	Institución	Artículos
Subrede 1 (44 artículos)		
Munoz N	Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer, Lyon, Francia	21
Bosch F	Hospital Clínic i Provincial de Barcelona, Barcelona, España	19
Meijer C	Free University Hospital, Amsterdam, Países Bajos	16
Shah K	Wilmer Ophthalmological Institute, Johns Hopkins Hospital, Baltimore, Estados Unidos	11
Herrero R	Environmental Epidemiology Branch, National Cancer Institute, Bethesda, Estados Unidos	11
Walboomers J	Department of Pathology, University of Amsterdam, Amsterdam, Países Bajos	10
Subrede 2 (72 artículos)		
Grigsby P	Washington University School of Medicine, Mallinckrodt Institute of Radiology, St. Louis, Estados Unidos	5
Potter R	Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie – Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien, Viena, Austria	5
Plante M	L'Hôtel-Dieu de Québec, Laval University, Quebec, Canadá	4
Roy M	L'Hôtel-Dieu de Québec, Laval University, Quebec, Canadá	4
Dimopoulos J	Medical University of Vienna, Viena, Austria	4
Lang S	University of Vienna, Viena, Austria	4

citaciones, lo cual da cuenta de la importancia relativa y centralidad que esta red tiene para el proceso de comunicación y evolución del conocimiento sobre cáncer cervicouterino.

Por otra parte, es preciso reconocer que esta red de 507 artículos representa apenas un cuarto de los más de 1900 artículos que constituirían el 10% de los artículos de investigación más citados sobre cáncer cervicouterino, indexados en el Web of Knowledge.

Esto es principalmente, debido a que de este diez por ciento se seleccionaron, en base al trabajo de Cambriosio et al.<sup>6</sup>, revistas que principalmente publican artículos de contenido clínico y/o biomédico básico. De este modo, quedaron relegados de este estudio artículos altamente citados de revistas tales como *Journal of Womens Health* o *American Journal of Preventive Medicine*.

Considerando las limitaciones arriba señaladas, podemos decir que dentro de este conjunto de artículos altamente citados de investigación biomédica básica y/o clínica sobre cáncer cervicouterino, los principales hallazgos de este estudio fueron los siguientes:

Una región del conocimiento sobre el cáncer cervicouterino que está centrada en el estudio de la enfermedad y que se encuentra relacionada conceptualmente con un nivel primario de

atención a la salud. En esta región que constituye la parte superior del modelo de red (Figura 1) se da un proceso de traducción del conocimiento, en donde la epidemiología molecular del cáncer cervicouterino sirve de puente traductor entre el conocimiento biomolecular y un conocimiento poblacional.

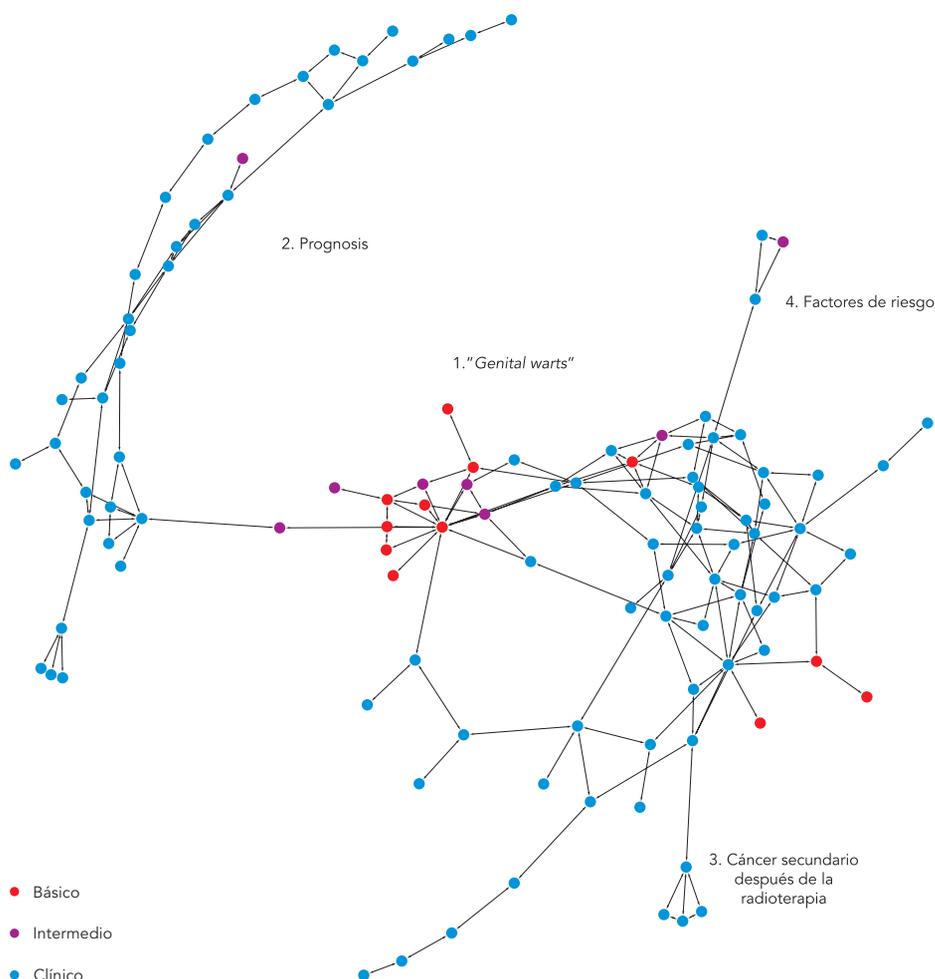
Una región del conocimiento sobre el cáncer cervicouterino que está centrada en la atención al paciente y que se encuentra relacionada, conceptualmente, con un nivel secundario de atención la salud. En esta región la investigación básica es muy escasa y no se presenta un proceso de traducción del conocimiento estructurado como en la región arriba mencionada.

Una pobre conexión directa entre ambas regiones. Lo cual implicaría una posible brecha entre la investigación centrada en el paciente y la investigación centrada en la comprensión de la enfermedad.

Es previsible que para el investigador médico la etiopatogenia de la enfermedad resulte de menor importancia cuando el principal objetivo de su quehacer no es la prevención primaria de la infección que conduce a la enfermedad, sino prevenir su desarrollo y dar tratamiento oportuno. Para el investigador clínico-médico resulta más importante conocer las estructuras y funciones corporales, tener a su disposición dispo-

Figura 2

Mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino, segmento 1959-1989.



sitivos biomédicos que le permita visualizarlas y distinguirlas, y poseer un conocimiento fino sobre el impacto que tendrían los métodos terapéuticos en el paciente.

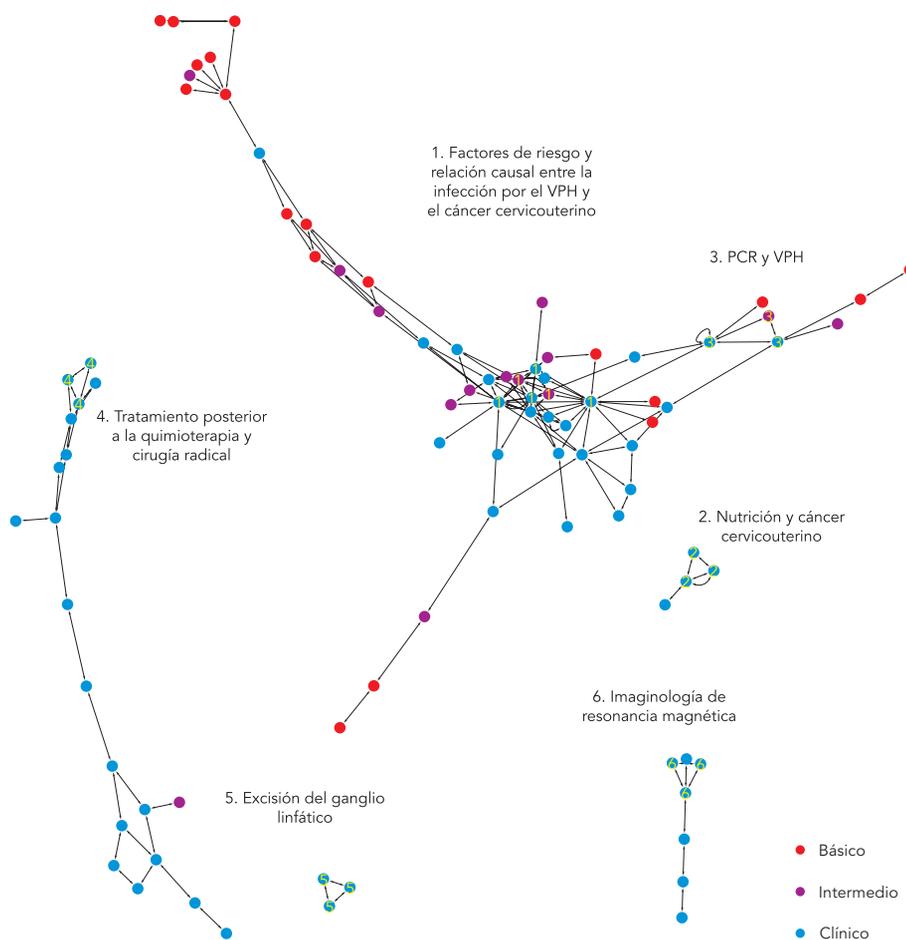
Por otra parte el estudio de la enfermedad, conduce a estrategias preventivas más que curativas. Un proceso de traducción del conocimiento entre las áreas básica y clínica resultaría previsible en el sentido de que la investigación sobre las causas biológicas de la enfermedad, como lo es la infección por VPH, llevaría por consecuencia a buscar estrategias de intervención en salud pública para cortar la red causal. Se buscaría por un lado prevenir la infección a través del desarrollo de vacunas o del fomento de prácticas

sexuales seguras, y por otro lado se buscaría impedir que la infección y las lesiones precursoras que provoca el VPH devinieran en el desarrollo del cáncer cervicouterino, para lo cual resultaría clave el desarrollo de métodos de diagnóstico y tratamiento oportunos.

Al revisar el mapa segmentado en periodos de tiempo, se puede apreciar que el desarrollo de los dos campos del conocimiento sobre el cáncer cervical, el centrado en la enfermedad y el centrado en el paciente, han sido permanentes y prácticamente independientes uno del otro. Con los resultados obtenidos, se podría conjeturar que en la investigación sobre la enfermedad, presenta un dinamismo y un crecimiento

Figura 3

Mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino, segmento 1990-1998.



mayor al de la región centrada en el estudio de la atención al paciente. Sin embargo, como señala Nederbragt<sup>22</sup>, el conocimiento sobre el paciente presenta una compleja argumentación competitiva, donde el experto busca balancear criterios frecuentemente contrapuestos entre sí, y cuya resultante difícilmente pueden ser generalizadas, y que incluiría además del conocimiento publicado en revistas científicas, la experiencia personal del médico y el conocimiento sobre aspectos ético-morales, por ejemplo, por lo que la evolución y extensión de este campo del conocimiento no estaría totalmente representada en nuestro modelo.

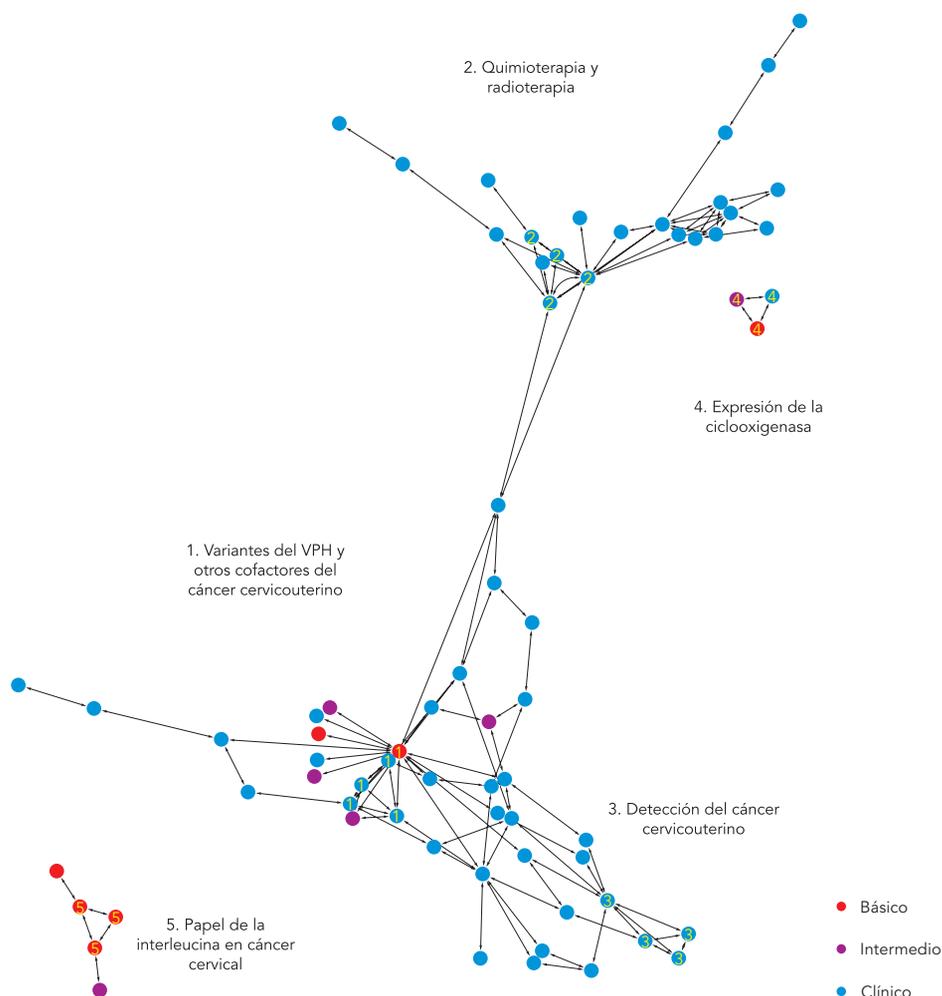
Resulta interesante que, en el estudio de la enfermedad, las subredes de artículos donde se consolida el paradigma explicativo de la infec-

ción por VPH como la causa necesaria de cáncer cervicouterino a escala global<sup>23,24,25</sup> (Figura 1) sea la misma región que une los campos clínicos con los básicos, es decir, el lugar donde ocurre la traducción del conocimiento. Esta región de la red altamente conectada es producto de un mismo grupo de investigadores e instituciones principalmente europeas (Tabla 2). Para poder entender las claves del proceso de traducción del conocimiento resultaría fundamental entonces realizar un profundo y detallado análisis de este grupo de investigación y su interacción con los actores que inciden en el desarrollo de las políticas de investigación y de salud.

En este estudio nos limitamos únicamente a estudiar el proceso de comunicación y traducción del conocimiento desde la red de citas

Figura 4

Mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino, segmento 1998-2002.



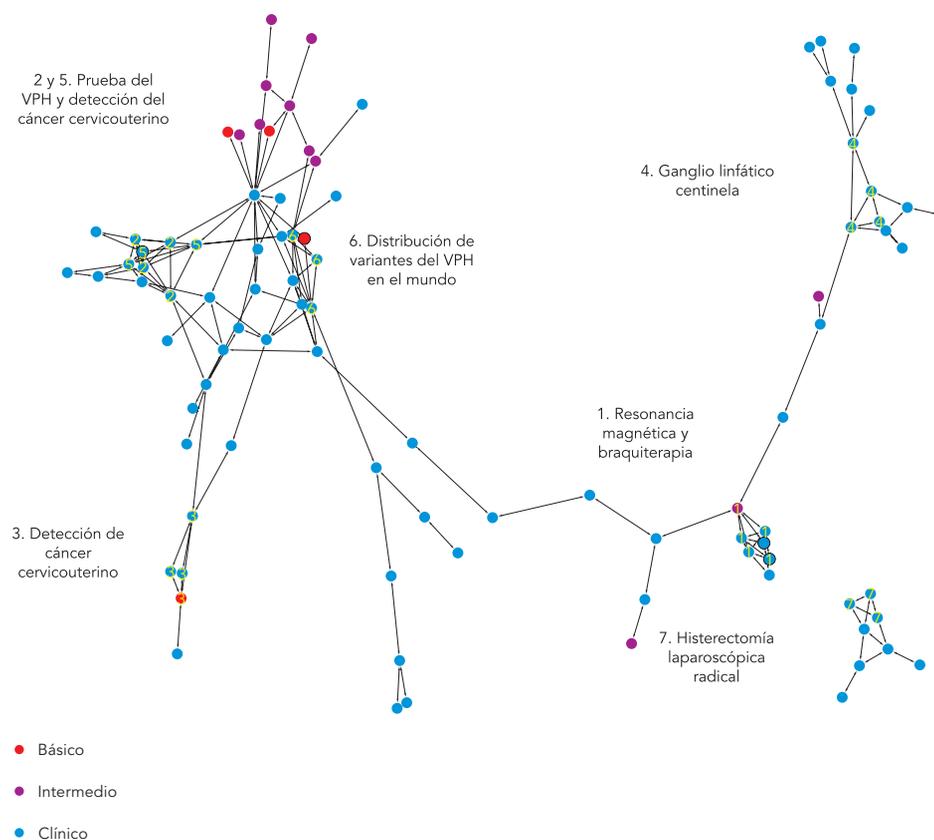
entre artículos originales, por lo que en esta investigación no consideramos revisiones, libros, conferencias, la formación en las aulas y hospitales u otras vías alternativas por las cuales el conocimiento fluye. No cubrimos tampoco la totalidad del espectro de los artículos originales, pues nos centramos en los más citados. Finalmente, en esta investigación nos basamos en artículos que explícitamente refieren al cáncer cervicouterino en su título, es por ello que artículos sobre cáncer en general que pudieran ser altamente citados o que citan artículos sobre cáncer cervicouterino no fueron tomados en cuenta. Todas estas limitaciones implican que existen múltiples vías por las cuales las dos principales áreas de la

investigación sobre cáncer cervicouterino pudieran estar comunicadas y que no fueron consideradas en este trabajo.

Los dos grandes campos de investigación que se identifican en este estudio, el centrado en la enfermedad y el centrado en el paciente plantean dos problemas a resolver distintos entre sí: el primero sería evitar y controlar la infección por VPH, como causa necesaria del cáncer cervicouterino, mientras que el segundo problema es afrontar un cáncer que se diferencia de los otros únicamente por la región anatómica que afecta y al que hay que estadificar e intervenir. Esto podría llevar a considerar a los métodos de diagnóstico molecular y a la vacunación como

Figura 5

Mapa del conocimiento sobre cáncer cervicouterino, segmento 2003-2011.



la solución al primero de los problemas y a una combinación de técnicas quirúrgicas, imagino-logía, quimioterapia y radioterapia como la solución al segundo problema. Resultaría entonces relevante revisar en un trabajo posterior como se relacionan estructuralmente el universo clínico-biomédico con otras áreas de investigación que no fueron consideradas en este estudio, tales como los estudios sociales, educativos y culturales en torno al cáncer cervicouterino, lo cual nos permitiría ver si existe algún enfoque alternativo

respecto de este problema de salud. El estudio de las determinantes sociales pudiera contribuir al desarrollo estrategia integral para afrontar el problema del cáncer cervicouterino, el cual requiere además de vacunas, métodos de diagnóstico y tratamientos, de mejorar las condiciones socioeconómicas de las mujeres en riesgo de padecer la enfermedad, ajustar los sistemas de atención a la salud, formar personal más capacitado y promover una mayor conciencia de la población respecto este problema de salud.

## Resumo

*Neste trabalho, construímos um mapa da tradução do conhecimento em câncer do colo do útero com base na análise de redes, a citação e o uso de termos do Gene Ontology e do Medical Subject Headings. Foram identificadas duas áreas de pesquisa que estão mal interligadas e diferem na estrutura, conteúdo e evolução. Uma área é centrada no estudo das causas da doença, enquanto a outra é focada no tratamento do paciente. Na primeira área de pesquisa encontramos um processo de tradução do conhecimento em que a pesquisa básica e a pesquisa clínica são comunicadas por um conjunto de documentos que consolidam a infecção pelo papilomavírus humano como a causa necessária de câncer cervical. A primeira área é destinada a prevenir a infecção por HPV e no desenvolvimento de cancro, enquanto a segunda é destinado a estadiamento e tratamento da doença.*

*Pesquisa Médica Translacional; Neoplasias do Colo do Útero; Conhecimento*

## Colaboradores

D. Fajardo-Ortiz participó en el diseño de investigación, construcción de bases de datos, desarrollo del modelo, y escritura del artículo. H. Ochoa, L. García y V. Castaño colaboraron en el diseño de investigación y escritura del artículo.

## Agradecimientos

El pueblo de México, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, otorgó una beca de postgrado a David Fajardo-Ortiz, lo cual permitió la realización de la presente investigación.

## Referencias

- Kon A. The Clinical and Translational Science Award (CTSA) Consortium and the translational research model. *Am J Bioeth* 2008; 8:58-61.
- Maienschein J, Sunderland M, Ankeny R, Robert J. The ethos and ethics of translational research. *Am J Bioeth* 2008; 8:43-51.
- Zerhouni EA. Translational research: moving discovery to practice. *Clin Pharmacol Ther* 2007; 81:126-8.
- Reis S, Berglund L, Bernard G, Califf R, FitzGerald G, Johnson P. Reengineering the National Clinical and Translational Research Enterprise: the strategic plan of the National Clinical and Translational Science Awards Consortium. *Acad Med* 2010; 85:463-9.
- Honey K. Translating medical science around the world. *J Clin Invest* 2007; 117:2737.
- Cambrosio A, Keating P, Mercier S, Lewison G, Mogoutov A. Mapping the emergence and development of translational cancer research. *Eur J Cancer* 2006; 42:3140-8.
- Harris J, Luke D, Zuckerman R, Shelton S. Forty years of secondhand smoke research the gap between discovery and delivery. *Am J Prev Med* 2009; 36:538-48.
- Harris JK. Connecting discovery and delivery: the need for more evidence on effective smoking cessation strategies for people living with HIV/AIDS. *Am J Public Health* 2010; 100:1245-9.
- Jones D, Cambrosio A, Mogoutov A. Detection and characterization of translational research in cancer and cardiovascular medicine. *J Transl Med* 2011; 9:57.
- Parkin DM, Stjernswärd J, Muir CS. Estimates of the worldwide frequency of twelve major cancers. *Bull World Health Organ* 1984; 62:163-82.
- World Health Organization; Institut Català d'Oncologia; Information Centre on HPV and Cervical Cancer. Human papillomavirus and related cancers in world. Geneva: World Health Organization; 2010. (Summary Report, 2010).

12. Parikh S, Brennan P, Boffetta P. Meta-analysis of social inequality and the risk of cervical cancer. *Int J Cancer* 2003; 105:687-91.
13. Sankaranarayanan R, Bhatla N, Gravitt PE, Basu P, Esmay PO, Ashrafunnessa KS, et al. Human papillomavirus infection and cervical cancer prevention in India, Bangladesh, Sri Lanka and Nepal. *Vaccine* 2008; 26 Suppl 12:M43-52.
14. Bray F, Ren JS, Masuyer E, Ferlay J. Estimates of global cancer prevalence for 27 sites in the adult population in 2008. *Int J Cancer* 2012; 132:1122-45.
15. Doms A, Schroeder M. GoPubMed: exploring PubMed with the Gene Ontology. *Nucleic Acids Res* 2005; 33(Web Server issue):W783-6.
16. Savage A. Changes in MeSH data structure. *NLM Tech Bull* 2000; (313):e2. [http://nlm.nih.gov/pubs/techbull/ma00/ma00\\_mesh.html](http://nlm.nih.gov/pubs/techbull/ma00/ma00_mesh.html).
17. Gene Ontology Consortium. The Gene Ontology project in 2008. *Nucleic Acids Res* 2008; 36(Database issue):D44-4.
18. Cline MS, Smoot M, Cerami E, Kuchinsky A, Landys N, Workman C, et al. Integration of biological networks and gene expression data using Cytoscape. *Nat Protoc* 2007; 2:2366-82.
19. Bader GD, Hogue CW. An automated method for finding molecular complexes in large protein interaction networks. *BMC Bioinformatics* 2003; 4:2.
20. Kremer A, Schneider R, Terstappen GC. A bioinformatics perspective on proteomics: data storage, analysis, and integration. *Biosci Rep* 2005; 25:95-106.
21. Katz JS. Scale-independent bibliometric indicators. *Measurement (Mahwah N J)* 2005; 3:24-8.
22. Nederbragt H. The biomedical disciplines and the structure of biomedical and clinical knowledge. *Theor Med Bioeth* 2000; 21:553-66.
23. Muñoz N, Bosch FX, de Sanjosé S, Tafur L, Izarzugaza I, Gili M, et al. The causal link between human papillomavirus and invasive cervical cancer: a population-based case-control study in Colombia and Spain. *Int J Cancer* 1992; 52:743-9.
24. Bosch FX, Manos MM, Muñoz N, Sherman M, Jansen AM, Peto J, et al. Prevalence of human papillomavirus in cervical cancer: a worldwide perspective. International biological study on cervical cancer (IBSCC) Study Group. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87:796-802.
25. Walboomers JM, Jacobs MV, Manos MM, Bosch FX, Kummer JA, Shah KV, et al. Human papillomavirus is a necessary cause of invasive cervical cancer worldwide. *J Pathol* 1999; 189:12-9.

---

Recibido el 25/Dic/2012

Versión final presentada el 07/Ago/2013

Aprobado el 22/Ago/2013