

SLD205 SECOTRA: SISTEMA ESTADÍSTICO DE COORDINACIÓN DE TRASPLANTES

SLD205 SECOTRA: TRANSPLANTS COORDINATION STATISTICAL SYSTEM

Grethel Coello Said¹, Pedro Marrero Fernández¹, Emilio de la Peña², Yudit Trujillo Feliciano²

1 Universidad de Oriente, Cuba, {pedro, grethel}@csd.uo.edu.cu, Patricio Lumumba S/N Santiago de Cuba.

2 Hospital Provincial Saturnino Lora, Cuba, epena@ucilora.scu.sld.cu, Santiago de Cuba.

RESUMEN: La Organización Nacional de Trasplantes (ONT) es la entidad nacional encargada de la coordinación de donaciones y trasplantes de órganos. A nivel nacional este proceso se ejecuta empleando aplicaciones Excel y a través de celulares por lo que no es óptimo. Este trabajo tiene como objetivo optimizar el proceso de coordinación de trasplantes a nivel hospitalario, mediante el desarrollo de un sistema de base de datos que mejore el acceso y el control de la información por los diferentes usuarios de la red. La necesidad de registrar y tener un seguimiento del proceso, desde que el posible donante de órganos es admitido en el sistema hasta que se produce la extracción de órganos, así como las causas por la que fueron excluidos (no se declararon en muerte encefálica o no se produjo la extracción), estableciendo una clasificación automática de donantes con criterios ampliados, dio lugar al desarrollo de una aplicación en entorno web usando la tecnología Adobe Flex. La misma facilita la realización de todas estas operaciones y además permite mantener un control estadístico de los operativos que se desarrollan. El sistema fue concebido en cuatro módulos: regional, nacional, hospitalario y uno dedicado a la administración garantizando la confiabilidad y eficiencia en el proceso valorado con el beneficio social que esto implica por el alto grado de sensibilidad y riesgo del mismo. Con la implantación del sistema se han apreciado los beneficios de la aplicación mejorando la calidad del proceso de coordinación de trasplantes en Santiago de Cuba.

Palabras clave: Trasplante, control, estadística, base de datos, donante.

Abstract: This work is centered in the problem of registering the possible donors of organs that it is executed in applications Excel whose objective is to optimize the process of coordination of transplants at hospital level until the moment, by means of the automation of the same one with the employment of a database system that improves the access and the control of the information for the different users of the net that manipulate the service. The necessity to register and to have a pursuit of the process, since the possible donor of organs is admitted in the system until the extraction of organs takes place, as well as the causes for which they were excluded (they were not declared in death encephalic or the extraction didn't take place), establishing an automatic classification of donors with enlarged approaches, he gave place to the development of an application in environment web using the technology Adobe Flex. The same one facilitates the realization of all these operations and it also allows maintaining a statistical control of the operative ones that they are developed. The system was conceived in four modules: regional, national, hospital and one dedicated to the administration guaranteeing the dependability and efficiency in the process valued with the social benefit that this implies for the high grade of sensibility and risk of the same one. With the installation of the system the benefits of the application have been appreciated improving the quality of the process of coordination of transplants.

KeyWords: Transplant, control, statistic, database, donor.

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Nacional de Trasplantes (ONT) es la entidad nacional encargada de ofrecer un sistema para la coordinación de donaciones y trasplantes de órganos, una verdadera agencia de servicios para todo el Sistema Nacional de Salud. Se articula a través de un esquema organizativo funcional no jerarquizado, constituido por tres niveles de coordinación: nacional, regional y hospitalario. Según el registro de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se realizan al año entre 90 y 95.000 trasplantes de órganos e incontables de tejidos y células. Ello da una idea de que ya no se trata de técnicas extraordinarias sino de algo cada vez más frecuente y que afecta a un sector cada día mayor de la sociedad. La escasez de órganos para trasplante constituye el factor limitante fundamental de estas terapéuticas. La demanda crece de manera exponencial a medida que mejoran los resultados de supervivencia y por tanto la posibilidad de que se beneficie un número cada vez mayor de enfermos. Diversos países han adoptado estrategias parciales que tan sólo han conducido a elevaciones discretas o pasajeras de la donación, o incluso no han producido aumento alguno.

En Cuba el primer trasplante realizado fue el 24 de febrero de 1970 y en Santiago de Cuba el 28 de septiembre de 1974. Al igual que algunos países, en Cuba existe la ONT encargada de la gestión del trasplante de órganos y cuenta con un equipo multidisciplinario que garantiza el éxito de la gestión.

Este trabajo se concentró en el problema de realizar el proceso de coordinación de trasplantes de manera más eficiente, ya que actualmente se realiza en aplicaciones Excel, el objetivo es mejorar el acceso y el control de la información por los diferentes usuarios de la red que manipulan el servicio para optimizar la gestión.

La automatización de este proceso se ha enfrentado en otros lugares del mundo. Se han desarrollado diversos sistemas para la gestión de trasplantes tales como: SIUL, SURUS, BIOTCEL, GESTCAL, SINTRA, SIRNT [1]. Los sistemas tienen en común la creación de mecanismos que evitan la posibilidad de duplicar datos, garantizan confiabilidad de los mismos, que la responsabilidad del ingreso de la información sea exclusiva del responsable del procedimiento, mediante un sistema formal de solicitud clave y contraseña. La finalidad de todos es proporcionar una herramienta de trabajo a la ONT, pero también a las coordinaciones regionales y hospitalarias permitiendo la introducción de los datos y su disponibilidad en tiempo real,

paralelamente a la gestión de la alarma de donación.

Estos sistemas presentan como limitación que están diseñados con características particulares del sistema de salud de cada país. Además Cuba se ve limitada de su uso por razones de compatibilidad en cuanto a la tecnología que emplean y el embargo económico a que estamos sometidos.

En este trabajo se realiza un sistema que no presenta las limitaciones señaladas anteriormente. Para ello, se propone un sistema que responde a las características particulares del sistema de salud cubano y su política sin perder los estándares internacionales. Debe permitir la optimización de los recursos humanos disponibles, garantizar la seguridad y transparencia del proceso y la fiabilidad de los informes, facilitar la transferencia de información, consiguiendo homogeneizar criterios y disminuir la variabilidad en los métodos de trabajo. Es decir, el objetivo general de este trabajo es realizar el diseño e implementación de una aplicación web para la coordinación de trasplantes de órganos a nivel hospitalario, de manera tal que se mejore el acceso y control de la información por los diferentes usuarios de la red que manipulan el servicio.

Con ese propósito principal se resolverán las siguientes cuestiones:

1. Realizar un análisis del proceso de coordinación de trasplante.
2. Diseñar una base de datos que permita la gestión de toda la información referente al proceso de coordinación de trasplante.
3. Implementar los servicios web.
4. Implementación de los módulos hospitalarios y de administración.

La implementación de la aplicación está basada en el empleo de los recursos propuestos por el Proceso Unificado de Modelado (RUP) [2] para su análisis y diseño. Los diagramas más representativos que modelan los elementos principales del mismo se desarrollaron empleando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) [3]. Para el diseño de la base de datos se usó el gestor de base de datos MySQL y los fundamentos teóricos para este, se tomaron de [4]. El desarrollo del sistema es orientado a WWW y para esto se usó la herramienta Adobe Flex Builder 3 [5] - [6], una tecnología novedosa en este sentido.

2. PRELIMINARES

En Cuba la ONT cuenta con una red de coordinadores de trasplante a tres niveles (ver Figura 1): nacional, regional y hospitalario. Los dos primeros niveles constituyen una verdadera interfaz entre los niveles políticos/administrativos y los profesionales. Todas las decisiones técnicas se toman por consenso en una Comisión del Consejo Interterritorial formado por los responsables de la coordinación nacional y de cada una de las regiones. El tercer nivel, el coordinador hospitalario es un médico, que trabaja casi siempre en la coordinación a tiempo parcial, está situado dentro del hospital, y depende de la dirección del mismo (no del equipo de trasplante). Desde el punto de vista funcional, está íntimamente ligado a la coordinación regional y nacional. La mayoría de los coordinadores son intensivistas, lo que implica una participación activa de estos especialistas en la donación de órganos.

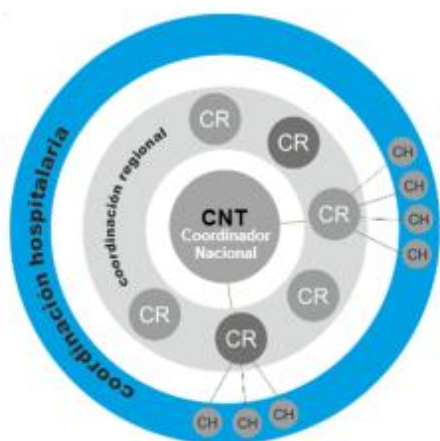


Figura 1. Esquema de la red de coordinadores de trasplante.

Cada nivel de coordinación presenta distintas funcionalidades, por lo que se dividió el proceso en cuatro módulos como se muestra en la Figura 2.

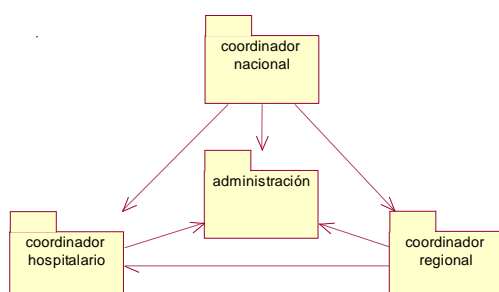


Figura 2. Módulos del sistema

Como se mencionó anteriormente el coordinador hospitalario (por lo general un médico intensivista) es el encargado de la obtención de órganos de calidad para el trasplante (ver Figura 3) donde

tendrá que considerar de un modo concreto y particular cada uno de los pasos del proceso:

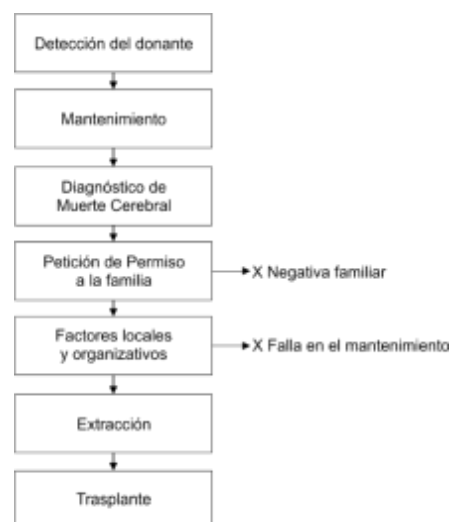


Figura 3. Proceso de donación y trasplante

Este proceso es gestionado en su totalidad por el Coordinador Hospitalario, de ahí que se hayan determinado como actores del sistema al Coordinador Hospitalario, encargado de agregar, eliminar y modificar toda la información relacionada con los PDO, DP y DR respectivamente y el Administrador, que realiza la configuración del sistema, de los niveles de acceso y de los usuarios; por tanto el módulo del coordinador hospitalario fue dividido en cuatro fases: la fase de detección y registro del PDO que comienza con la llegada del paciente a la sala UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) y se llena una planilla con sus datos.

La fase de mantenimiento en la cual el coordinador hospitalario registrará en el sistema los resultados de los exámenes complementarios, los medicamentos suministrados, el índice Glasgow, etc. La fase de egreso en la que se gestiona la salida del PDO del sistema sea por muerte natural, diagnóstico de muerte encefálica, contraindicación médica o recuperación; y la fase de reportes, en la cual se realizan las consultas al sistema.

En la Figura 4 el diagrama de casos de uso asociado a la fase de detección de Posible Donante Potencial (PDO).

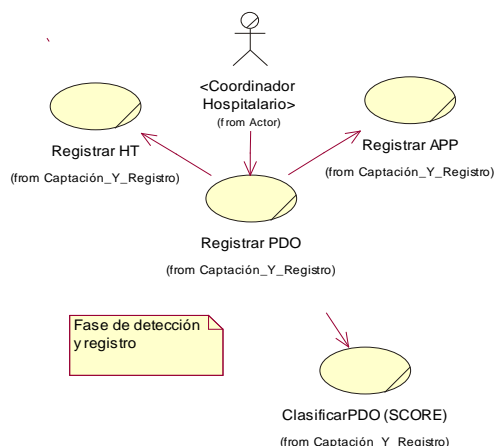


Figura 4. Diagrama de casos de uso para el registro de pacientes

Una de las partes más importantes del sistema modela el egreso o salida del sistema de un paciente. En esta fase el sistema implementará varias acciones:

Declarar Donante Potencial (DP): se registra que el paciente está en *Muerte Encefálica (ME)* y se verifica que se le hayan realizado los exámenes complementarios necesarios para que se pueda convertir en un *Donante Real (DR)*.

Registrar causa de muerte: es donde se recoge la causa por la cual fallece el *Posible Donante de Órganos (PDO)* que puede ser de muerte natural o de ME.

Declarar DR: se registra la extracción de órganos que se le realizó al DP y en cada caso se recogen los órganos extraídos.

Registrar fallas del proceso: se guarda la causa de por qué el DP no llegó a ser DR que puede ser por: negativa familiar, ausencia de receptores compatibles o fallas en el mantenimiento.

Declarar recuperado: se registra que el paciente se ha recuperado, que es cuando el valor del índice Glasgow es mayor que 8, y deja de ser un PDO por lo que no debe permanecer en la UCI, se recoge la fecha y hora de la mejoría y se le procede a dar el alta.

La Figura 5 muestra el diagrama de caso de uso que modela este proceso.

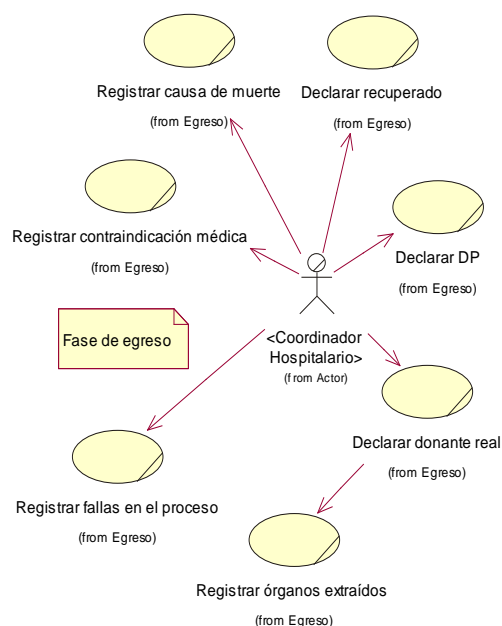


Figura 5. Diagrama de casos de uso para la fase de egreso

Al registrar un paciente en el sistema este realiza una clasificación del mismo en base a una puntuación definida, según las variables de la Tabla 1.

Tabla 1: Puntuación para el donante

VARIABLES	PUNTUACIÓN
EDAD	
< 30 años	0
30 – 39 años	5
40 – 49 años	10
50 – 59 años	15
60 – 69 años	20
> 70	25
HTA	
NO	0
SI	2
> 5 años 6 – 10 años > 10 años	2
	3
	4
FG (Aclaración de Cr.)	
> 100	0
75 – 99	2
50 – 74	3
< 50	4
HLA	
0 – 1	3
2 – 3	2
4 – 5	1
6	0
CAUSA DE MUERTE	
No cerebrovascular	0
Cerebrovascular	3

En la Tabla II se muestran los cuatro grupos de clasificación para los donantes registrados.

Tabla III: Clasificación del SCORE

Grupo	Puntuación	Observaciones
A	0 – 9	Donante Ideal.
B	10 – 19	Donante Estándar.
C	20 – 29	Se acepta con HTA y tiempo de isquemia fría < 24 horas.
D	30 – 39	Se desecha.

Como el coordinador hospitalario intercambiará información con el sistema, se determinaron y clasificaron según su importancia para el mismo los siguientes casos de uso:

Registrar PDO. Permite registrar para cada paciente los datos personales y relativos a diagnóstico, APP. En caso de que el paciente ya se encuentre registrado se muestra un mensaje.

Obtener órganos extraídos. Permite la obtención de los órganos extraídos en cada entidad, además de establecer una relación porcentual entre órganos. Toda la información es visualizada en gráficas y tablas.

Registrar resultados de exámenes. Permite introducir los resultados de las pruebas indicadas a los PDO, verificando si los valores están dentro del rango correcto. Si alguno de los valores es incorrecto anula el registro de los exámenes y muestra un mensaje de error.

Registrar medicamentos aplicados. Permite recoger toda la información referente a los medicamentos que son suministrados a un PDO.

Declarar DP. Permite registrar que el paciente está en ME y se verifica que se le hayan realizado los exámenes complementarios necesarios para que se pueda convertir en un DR, sino se muestra un mensaje indicando que faltan exámenes por realizar.

Declarar DR. Permite registrar los órganos extraídos al DP.

Declarar recuperado. Permite registrar que el paciente se ha recuperado.

Realizar búsquedas. Permite realizar búsquedas de la información contenida en la base de datos relativa a PDO, exámenes, etc.

Modificar datos del paciente. Permite realizar cambios en la información del PDO referidos a: dirección particular, peso, talla, antecedentes patológicos familiares, diagnósticos, etc.

Registrar causa de muerte. Permite recoger la causa por la cual fallece el PDO.

Registrar fallas del proceso. Permite recoger la causa de por qué el DP no llegó a ser DR.

3. RESULTADOS

SECOTRA constituye una herramienta de gran utilidad para el control y agilización de toda la actividad desarrollada en el proceso de donación y trasplante. La aplicación está constituida por dos módulos: Coordinador Hospitalario y Administrador. Ambos ofrecen una interfaz gráfica amigable y fácil de emplear para el usuario aunque se pretenden implementar en el futuro módulos para los coordinadores provinciales y la coordinación nacional.

Este sistema es una Aplicación Rica de Internet (RIA) [7] implementado con tecnología Adobe Flex. Esta tecnología permite mediante un lenguaje de programación orientado a objetos y un lenguaje declarativo, crear RIAs que se ejecuten en una Máquina Virtual de ActionScript 3 (AVM2) [5], de manera que se establece un compromiso de rendimiento entre el cliente y el servidor.

En este trabajo fue empleado el Framework Cairngorm [8] para la implementación de la lógica de negocio de la aplicación. Es un framework estructural que fomenta el uso de determinados patrones, potencia la escalabilidad y el crecimiento de las aplicaciones.

Además fue escogido el protocolo AMFPHP para el intercambio de datos entre el cliente y el servidor. Este protocolo permite conectar la plataforma PHP con la tecnología Flex, donde esta puede invocar servicios PHP, a través de una conexión a un objeto remoto.

La base de datos propuesta consta de 38 tablas, que permiten almacenar los datos necesarios para el proceso de coordinación. Está diseñada en el gestor MySQL por ser rápido y confiable, además opera correctamente sobre la arquitectura escogida. La Figura 6 muestra la sección de la base de datos referente a los PDO.

Al iniciar la aplicación la primera página que se visualiza es para que el usuario introduzca su identificador y su contraseña para acceder a los distintos módulos del sistema, en dependencia del rol asignado, el sistema captura los datos de identificación y muestra la página correspondiente.

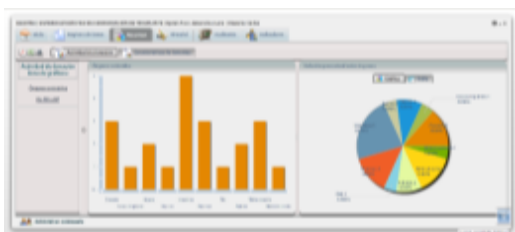


Figura 11. Estadística de las extracciones realizada

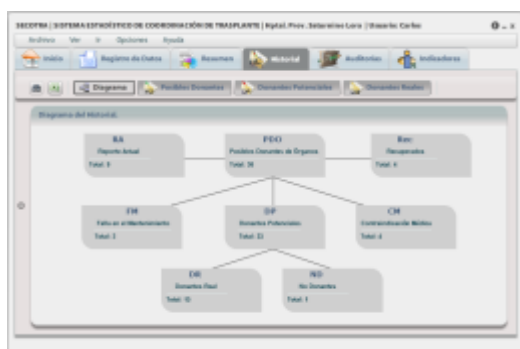


Figura 12. Diagrama del Historial de PDO

En estos momentos el sistema se encuentra alojado en los servidores de Infomed de las provincias orientales en la dirección <http://www.secotra.scu.sld.cu/> para la fase de prueba de los coordinadores hospitalarios.

4. BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES.

La implementación de un sistema para la gestión del proceso de coordinación de trasplantes reviste gran importancia, pues garantiza que la información llegue lo más pronto posible a los coordinadores nacionales y brinda el historial del donante valorado.

La herramienta garantiza rapidez y eficiencia en el proceso de gestión de los órganos para un trasplante, y cuanto más rápida sea la gestión más rápido se podrá encontrar un receptor compatible y al final incidir en salvar vidas humanas o garantizar calidad de vida.

Este es un proceso que requiere también un presupuesto económico elevado, en cuanto a especialistas y material médico. Este presupuesto se incrementa debido a cómo se ha estado realizando la gestión hospitalaria, y el empleo del sistema, disminuye el tiempo de trabajo del coordinador hospitalario para obtener los datos que necesita para el mantenimiento y seguimiento del PDO y evita gastos con respecto a servicios celulares y transportación.

5. CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se arribó a las siguientes conclusiones:

Se realizó un estudio del proceso de trasplante de órganos, en especial en el Hospital Provincial Saturnino Lora de Santiago de Cuba, y se determinaron los posibles puntos vulnerables a errores en el proceso de control implantado.

Se desarrolló una aplicación web que permite almacenar, procesar y llevar el control de la información relacionada con el proceso de seguimiento al PDO hasta que se convierte en un donante real o no, logrando superar los errores humanos que hasta el momento pueden cometerse en el proceso.

Con la implementación e implantación de esta aplicación se logró optimizar el registro y control de la información manipulada, así como actualizar la información de forma fácil y segura y obtener estadísticas de interés en el menor tiempo posible. Este sistema es factible de generalizarse en todos los hospitales del país que realizan esta actividad.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del personal del Hospital Provincial "Saturnino Lora" de Santiago de Cuba, por su constante asesoramiento y apoyo en la realización de este trabajo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Matesanz R; Alonso M; et al.** "El Modelo Español de Coordinación y Trasplantes". España : Aula Médica, 2008.
2. **JiménezD; Megías J; et al.** "Ingeniería del software en entornos de SL". Barcelona : Eureka Media, SL, 2005.
3. **Doug, Rosenberg y Scott, Kendall.** "Applying Use Case Driven Object Modeling with UML: An Annotated e-Commerce Example". s.l. : Addison Wesley, 2001.
4. **Michele E; Phillips J.** "Flex™ 3: A Beginner's Guide". s.l. : McGraw-Hill, 2008.
5. **Tiwari S.** "AdvancED Flex 3". New York : s.n., 978-1-4302-1028-3, 2008.
6. **Camps R; Casillas S, et al.** "Bases de datos". s.l. : Eureka Media, SL, 84-9788-269-5, 2006.
7. **Fain; Yakov; et al.** "Rich Internet Applications with Adobe® Flex™ & Java™ Secrets of the Masters". s.l.:SYS-CON Books, 2007.
8. **Webster; Steven.** "Developing Flex RIAs with

Cairngorm Microarchitecture". s.l. : Adobe Consulting, 2007.

8. SÍNTESIS CURRICULARES DE LOS AUTORES.

Pedro Marrero Fernández: Profesor Instructor de la Facultad de Matemática y Computación. Es miembro de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación, ha participado en tribunales de trabajos de diploma, de curso, de eventos científico-estudiantiles y prácticas profesionales. Pertenece al Grupo Científico de Visión y Gráficos por Computador. Ha recibido varios cursos de postgrado, así como ha dirigido trabajos de práctica laboral en la temática de procesamiento de imágenes a estudiantes de varios

cursos de la carrera, trabajos investigativos, y tesis de grado. Ha participado en varios eventos nacionales e internacionales, como autor y como ponente.

Grethel Coello Said: Profesora Instructora de la Facultad de Matemática y Computación. Es miembro de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación, ha participado en tribunales de trabajos de diploma, de curso, de eventos científico-estudiantiles y prácticas profesionales. Pertenece al Grupo Científico de Visión y Gráficos por Computador. Ha recibido varios cursos de postgrado, así como ha dirigido trabajos de práctica laboral en la temática de procesamiento de imágenes a estudiantes de varios cursos de la carrera, trabajos investigativos, y tesis de grado. Ha participado en varios eventos nacionales e internacionales, como autor y como ponente.