

TIC Y SISTEMAS INTELIGENTES

como herramientas de soporte para el manejo,
educación y prevención del trauma

Mónica Ordóñez Ríos / Vladimir Robles Bykbaev (Coordinadores)



TIC Y SISTEMAS INTELIGENTES

como herramientas de soporte para el manejo,
educación y prevención del trauma

Mónica Ordóñez Ríos / Vladimir Robles Bykbaev
(Coordinadores)

TIC Y SISTEMAS INTELIGENTES

como herramientas de soporte para el manejo,
educación y prevención del trauma



2017

TIC Y SISTEMAS INTELIGENTES

como herramientas de soporte para el manejo, educación y prevención del trauma

Mónica Ordóñez Ríos / Vladimir Robles Bykbaev (Coordinadores)

Ira edición:	Universidad Politécnica Salesiana Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja Cuenca-Ecuador Casilla: 2074 P.B.X. (+593 7) 2050000 Fax: (+593 7) 4 088958 e-mail: rpublicas@ups.edu.ec www.ups.edu.ec Área de Ciencia y Tecnología CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS CARRERA DE COMPUTACIÓN CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES Área de Ciencias Sociales y del Comportamiento Humano CARRERA DE PSICOLOGÍA Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología de Asistencia (GI-IATa) Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones Cátedra UNESCO. Tecnologías de Apoyo para la Inclusión educativa
Editores:	José Pazos Arias (Universidad de Vigo), Martín López Nores (Universidad de Vigo) Mónica Ordóñez Ríos (CEDIA)
Diagramación, diseño y edición:	Editorial Universitaria Abya-Yala Corporacion Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigacion y la Academia-CEDIA
ISBN:	978-9978-10-281-7
Derechos de autor:	052179
Depósito legal:	005984
Tiraje:	300 ejemplares
Impresión:	Editorial Universitaria Abya-Yala Quito-Ecuador

Impreso en Quito-Ecuador, octubre de 2017

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana



CC-BY-NC: Esta licencia permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.

Autores

Universidad de Cuenca

Elvira Palacios Espinoza
José Ortiz Segarra
Raúl Pino Andrade
Jeovanni Reinoso Naranjo
Diana Vanegas Coveña
Julio Jaramillo Oyervide

Universidad Católica de Cuenca

Karina de Lourdes Serrano Paredes
Patricia Vanegas Izquierdo
Isabel Cristina Mesa Cano
Silvia Vinueza
Carlos Flores Montesinos

Universidad del Azuay

Juan Carlos Salamea Molina
Hernán Patricio Sacoto Aguilar
Edgar Rodas Reinbach

Universidad Politécnica Salesiana

*GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
Carrera de Ingeniería de Sistemas/Carrera de Computación*

Vladimir Robles Bykbaev
Cristian Timbi Sisalima
Diego Quisi Peralta

*GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
Carrera de Ingeniería Electrónica*

Luis Serpa Andrade

*GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
Carrera de Psicología*

Ma. Eugenia Barros Pontón
Lorena Cañizares Jarrín

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
Daniel Pulla Sánchez

Verónica Cevallos León Wong
Marco Capón Albarracín
Priscila Cabrera Prieto
Diana Monje Ortega

Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones
Carrera de Ingeniería Electrónica
Carrera de Telecomunicaciones
Diego A. Cuji Dután

Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones
Carrera de Ingeniería Electrónica
Carrera de Telecomunicaciones
Jack Bravo Torres

Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones
Carrera de Telecomunicaciones
Mónica K. Huerta

Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones
Carrera de Ingeniería de Sistemas
Carrera de Computación
Jennifer A. Yépez Alulema

Universidad Regional Autónoma de los Andes

Eduardo Fernández

Universidad Nacional de Chimborazo

María Angélica Barba
Guillermo Gualpa
Lucila De la Calle

Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia-CEDIA

Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud

Mónica Carola Ordóñez Ríos
Elvira Espinoza Palacios
José Ortiz Segarra
Raúl Pino Andrade
Jeovanni Reinoso Naranjo

Diana Vanegas Coveña
Karina de Lourdes Serrano Paredes
Patricia Vanegas Izquierdo
Isabel Cristina Mesa Cano
Juan Carlos Salamea Molina
Hernán Patricio Sacoto Aguilar
Vladimir Robles Bykbaev
Cristian Timbi Sisalima
Ma. Eugenia Barros Pontón
Lorena Cañizares Jarrín
Diego Quisi Peralta
Marco Capón Albarracín
Diego A. Cuji Dután
Jack Bravo Torres
Jennifer A. Yépez Alulema
Eduardo Fernández
María Angélica Barba
Guillermo Gualpa
Lucila De la Calle
Jonnathan Berrezueta Guzmán
Leonardo Alfredo Serrano Béjar
Adrián Rodas Vanegas
Roque D. Contreras Chacón
Benito B. León Ullauri

Sin filiacion

Vanessa Solis Cabrera
Marco Merchán Morales
Enmanuel Velasco Piedra
Carina Serpa Andrade
Natalia Campoverde

Prefacio	11
Prólogo	13
Presentación	15

PARTE 1

TIC en manejo y prevención del trauma

CAPÍTULO 1

Perfil epidemiológico de trauma en el Centro de Trauma y Emergencia Quirúrgica de un hospital de referencia del sur de Ecuador, septiembre a diciembre de 2014	19
--	----

CAPÍTULO 2

Características epidemiológicas del uso de antibióticos en pacientes con trauma quirúrgico atendidos en el sur de Ecuador: Un sistema de soporte basado en aplicaciones móviles y minería de datos	43
--	----

CAPÍTULO 3

Recursos humanos, físicos y procesos para la atención del trauma durante el período dorado	69
--	----

CAPÍTULO 4

Herramienta digital automatizada para la evaluación de recursos durante la atención de trauma en hospitales	99
---	----

CAPÍTULO 5

La Telemedicina aplicada a la atención pre-hospitalaria para el cuidado de trauma en la ciudad de Cuenca-Ecuador	117
--	-----

PARTE 2
Entornos virtuales de aprendizaje para el manejo
y prevención del trauma

CAPÍTULO 6.....	
Capacitación b-learning en manejo inicial y prevención de trauma en niños y adolescentes	141
CAPÍTULO 7	
Los MOOC para la prevención de accidentes de tránsito.....	165
CAPÍTULO 8	
Uso racional de antibióticos en trauma: Capacitación mediante e-learning en un hospital de referencia del sur de Ecuador, 2015	187
CAPÍTULO 9	
Impacto de un curso b-learning sobre el uso racional de antibióticos en trauma en alumnos y docentes de la Universidad Católica de Cuenca	201
CAPÍTULO 10	
Experiencia en e-learning de primeros auxilios para la comunidad, Cuenca-Ecuador 2016	219
CAPÍTULO 11	
Evaluación de la aplicación de Objetos de Aprendizaje desde un repositorio virtual en la asignatura de Neurología de la Universidad Nacional de Chimborazo.....	233
CAPÍTULO 12	
Determinación de autoridades de tópicos de trauma en Twitter para estimular el aprendizaje de los estudiantes	
CAPÍTULO 13	
Ecosistema inteligente basado en aplicaciones lúdicas y asistentes robóticos para el soporte en la enseñanza de prevención de accidentes de trauma en niños.....	277

PARTE 3

Glosario	305
----------------	-----

Prefacio

DR. JUAN PABLO CARVALLO VEGA
Director Ejecutivo
CEDIA

ING. MÓNICA ORDÓÑEZ RÍOS, MG
Coordinadora Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud
CEDIA

CEDIA, la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia, promueve la exploración y resultados de proyectos innovadores que vinculan a instituciones ecuatorianas. Para ello, relacionamos a investigadores, docentes y estudiantes mediante proyectos, concursos e iniciativas de desarrollo científico. De esta manera, se genera un círculo de crecimiento constante entre las instituciones académicas.

A inicios del año 2014, CEDIA conformó Grupos de Trabajo en varias áreas de interés; una de ellas fue Telemedicina y Telesalud, debido al gran impacto que tiene dentro de la investigación. Este grupo cuenta con la participación de seis Universidades ecuatorianas: Universidad de Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Católica de Cuenca, Universidad del Azuay, Universidad Regional Autónoma de los Andes y Universidad Nacional de Chimborazo. El objetivo de este Grupo de Trabajo es fortalecer, impulsar y motivar actividades de investigación, entre las instituciones miembros de CEDIA en bienestar de la comunidad.

En el Ecuador, hasta finales del 2010, el manejo del trauma y las emergencias a nivel de la atención pre-hospitalaria (APH) no estaba legislado o contemplado dentro del sistema de salud, sino basado en la “ley del buen samaritano”, es decir, a cargo de instituciones de socorro como el Benemérito Cuerpo de Bomberos o la Cruz Roja Ecuatoria-

na. En la mayoría de los casos, los socorristas desarrollaban su labor de manera voluntaria y con un nivel básico de entrenamiento. Esto ha mejorado en los últimos 6 años con la creación del Sistema Integrado de Seguridad (SIS ECU 911), la conformación de la Red Pública y Complementaria de Salud y con la estructuración del Servicio Integrado de Redes de Emergencias Médicas (SIREM); que ha sido más visible en el sur de nuestro país con la Creación del Centro de Trauma y Emergencias de la zonal 6 de Salud en el Hospital Vicente Corral Moscoso.

De manera global, se considera al trauma como una “epidemia silente”, un problema de salud pública importante a causa de su morbilidad y mortalidad, además de ser una enfermedad que, de forma directa e indirecta, provoca pérdidas económicas para el país. Es así, que presentamos esta obra que expone los resultados del proyecto de investigación: “TIC y Sistemas Inteligentes como herramientas de soporte para el manejo, educación y prevención del trauma” ejecutado dentro del período 2014 – 2016, que explora el uso de herramientas tecnológicas para solventar las necesidades en manejo y prevención del trauma.

DR. FERNANDO PESÁNTEZ AVILÉS

Vicerrector Docente, Chairholder Cátedra UNESCO
Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa

A los lectores de la ciencia se los llama investigadores. Quienes, en cada texto que a sus manos llega, esperan con ansias descubrir nuevas fórmulas, enfoques y paradigmas; buscan que el estado del arte haya evolucionado y que las fronteras de su disciplina se hayan reconfigurado; inquietan en la existencia de evidencias objetivas, utilización de métodos simplificados o la aplicación de nuevas tecnologías para alcanzar resultados.

Aunque el objeto o el problema científico se complejice, el lector de la ciencia espera la publicación, unas veces para comprobar que en su camino de investigación existen otros con igual visión, otras para juzgar y examinar pues consideran que sus tesis son extraordinariamente mejores que las expuestas. Sea cual fuere el sentido de la lectura, en cada artículo existen posibilidades para corroborar, refutar, argumentar o simplemente para disfrutar de la lectura científica.

En el presente libro, dedicado a la Telemedicina y Telesalud, los *trece* capítulos que componen el texto permitirán lecturas diferentes, así como las novedades de ingeniería que, desde la precepción de sus autores, permiten simplificar procedimientos o establecer recomendaciones a nivel de gestión de los procesos de la salud y la medicina. Estas temáticas buscan ser motivo de crítica exhaustiva por el lector, tomando en cuenta que en el área de la salud no pueden existir equivocaciones, ya que traen consigo consecuencias fatales y hasta penales.

Recomiendo la lectura crítica de esta obra, pues por un lado existe un incremento en el desarrollo de aplicativos que las TIC pueden dar a la medicina y, por otro, no se puede descuidar que se está tratando

sobre la salud y el bienestar del ser humano. Es por ello que los capítulos aquí valorados y presentados, cumplen con los criterios investigativos que CEDIA ha propuesto para acogerlos como proyectos de valía con alto compromiso ético.

En la relatoría de los capítulos aquí dispuestos, replicables y asequibles, se generan aplicativos para satisfacer necesidades en pro de la salud de la comunidad en general, es decir, Tecnologías de la Información y Comunicación adaptables a las necesidades de las personas.

Así, el lector del texto, sea investigador de la ciencia y tecnología o experto de la salud, encontrará en los capítulos que se presentan a continuación, una comunidad de sensibles personas que buscan aportar a la salud, prevenir accidentes y establecer prácticas más efectivas para la administración de la salud. En definitiva, se expone a la tecnología como la herramienta eficaz que trabaja por y para las personas.

Presentación

ANTONIO C. MARTOS JR, M.D.

Profesor Asociado de Cirugía

Director de e-Salud Global / Trauma Telemedicina

Centro de Investigación de Lesiones "William Lehman"

División de Trauma y Cuidados Críticos Quirúrgicos

Ryder Trauma Center, Jackson Memorial Hospital

Universidad de Miami

Un problema común en las naciones de todo el mundo, es el acceso a una buena asistencia sanitaria y esto es particularmente difícil cuando hablamos de trauma y atención de emergencia.

Este libro es un gran ejemplo de cómo las personas e instituciones académicas y de investigación, pueden hacer una diferencia creando conciencia y promoviendo cambios que podrían afectar la vida de millones de personas. Por lo general, la gente permanece pasiva y tiende a quejarse de dificultades o aceptar problemas como "parte de la vida" o "mala suerte". En palabras del difunto John F. Kennedy, ex presidente de los Estados Unidos de Norte América, "una persona puede marcar la diferencia y todo el mundo debería intentarlo".

CEDIA (Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia) en conjunto con instituciones académicas del Ecuador (Universidad de Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Católica de Cuenca, Universidad del Azuay, Universidad Regional Autónoma de los Andes y Universidad Nacional de Chimborazo), crearon un Grupo de Trabajo en Telemedicina y Telesalud que impactó en sus comunidades. Su ejemplo debería ser replicado en todo el mundo y los resultados podrían ayudar a los gobiernos nacionales a actuar en áreas específicas y mejorar el acceso a la salud de la población.

En este compendio se visualiza el trabajo realizado por el Grupo de Trabajo en temas de trauma. Utilizando múltiples formas de tecnolo-

gía, desde aplicaciones móviles, e-learning, objetos de aprendizaje, hasta sistemas de recolección automatizada de datos; este grupo de trabajo desarrolló programas que impactan en la atención de la salud en el área pre-hospitalaria, prevención de lesiones, registro de trauma, modalidades de educación y aprendizaje, mediante el uso de las TIC.

La fortaleza y el impacto de estos programas fueron muy bien descritos en este libro y podrán utilizarse a modo ejemplo de cómo las instituciones académicas y la Red Nacional de Investigación y Educación de un país pueden influir sobre el bienestar de la población y ayudar a la nación a crecer en muchas áreas, incluyendo el cuidado de la salud.

Los casos exitosos descritos en este libro deben ser un ejemplo para muchos países que todavía se consideran en desarrollo. Aunque los recursos asignados a la asistencia sanitaria en esos países son muchas veces limitados, los estudiantes, profesores de universidades, profesionales de salud y especialistas en TIC de múltiples campos, pueden hacer la diferencia creando un impacto positivo en la vida de sus compatriotas.

Usando la tecnología, innovación, educación y el poder de las personas, este Grupo de Trabajo nos enseña cómo es posible promover y coordinar múltiples tecnologías y actividades que mejoran la percepción de los problemas y crean soluciones que impactan en el cuidado de trauma y emergencias en Ecuador. Es un placer compartir este libro con ustedes, y estoy seguro que será la inspiración para múltiples iniciativas nuevas que beneficiaran al desarrollo de la investigación en salud en todo el mundo.

PARTE 1

TIC en manejo y prevención del trauma

Capítulo 1

**Perfil epidemiológico de trauma
en el Centro de Trauma y Emergencia
Quirúrgica de un hospital
de referencia del sur de Ecuador,
septiembre a diciembre de 2014**

ORTIZ SEGARRA JOSÉ^{1,3}
jose.ortiz@ucuenca.edu.ec

PALACIOS ESPINOZA ELVIRA^{1,3}
elvira.palacios@ucuenca.edu.ec

PINO ANDRADE RAÚL^{1,3}
haldopino@hotmail.com

REINOSO NARANJO JEOVANNI^{1,3}
jeovadoc23@hotmail.com

VANEGAS COVEÑA DIANA^{1,3}
diana.vanegas@ucuenca.edu.ec

*RODAS VANEGAS ADRIÁN*³
adrferova@hotmail.com

QUISI PERALTA DIEGO^{2,3}
dquisi@ups.edu.ec

TIMBI SISALIMA CRISTIAN^{2,3}
ctimbi@ups.edu.ec

*CABRERA PRIETO PRISCILA*²
mcabrerap@ups.edu.ec

¹ Universidad de Cuenca

² GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo
para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

Introducción: el trauma es un problema socio sanitario mundial pues causa millones de muertes alrededor del mundo, los accidentes de tránsito son los principales responsables de los ingresos en países subdesarrollados, existen bases de datos que han permitido mejorar esta tasa creciente de fallecimientos por traumatismos múltiples. *Objetivo:* Elaborar el perfil epidemiológico de los pacientes que fueron atendidos por traumatismos en el servicio de emergencias de un Hospital de referencia del Sur de Ecuador, durante el período septiembre-diciembre de 2014. *Materiales y métodos:* es un estudio descriptivo de corte transversal, en una muestra de pacientes atendidos por traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa, y por causas extremas de morbilidad y de mortalidad, por un período de 4 meses, por un grupo de estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, mediante el uso de dispositivos electrónicos las 24 horas del día. *Resultados:* más de la mitad se ubican en los grupos etarios de 20 a 29 y 10 a 19 años, con un 30,5% y un 20,8% respectivamente. El promedio de edad fue de 31,44 años. Un 68,9% (n = 1 068) fue del sexo masculino. La mayoría eran solteros (52,1%). Casi todos se auto identificaron como mestizos (97,61%). El nivel secundario educativo alcanzó un 40,1%. Se obtuvo los datos de 1 550 pacientes, de un total de 2 159 que fueron atendidos en dicho tiempo. *Discusión:* en países de la zona se evidenció cierta similitud en cuanto a nuestros resultados; por el contrario, con países desarrollados donde se trabajan con información que actualizan diariamente, se encontró divergencia en los resultados epidemiológicos con respecto a los nuestros. *Conclusiones:* Los registros de trauma son insumos importantes para el adecuado abordaje de la patología traumática, los datos obtenidos muestran la realidad geográfica de nuestro entorno. El uso de este registro brinda insumos para el trípede del trauma: educación, modificación del medio ambiente y legislación.

Palabras clave: Epidemiología, Traumatismo, registro electrónico de datos

1.1 Introducción

El trauma es un problema sanitario que genera cada año aproximadamente 5 millones de muertes a nivel mundial, en América Latina es causante del 11% de muertes; por tal motivo, la OMS ha catalogado a este suceso como una epidemia global (Aboutanos, Arreola-Rissa, Rodas, Esposito, & Mock, 2009). Además, produce discapacidad en diferentes rangos y aumento de los años de vida potencialmente perdidos (AVPP). Son principalmente las personas jóvenes y en período productivo de la vida quienes más traumatismos y lesiones sufren. Espinoza (2011) analizó la tasa de AVPP en el periodo 1997-2009; durante los primeros 8 años, esta permaneció constantes (290 años x 1000 habitantes): sin embargo, a partir del 2005 la tendencia se incrementó hasta

alcanzar, en el año 2009, una tasa de AVPP de 320 x 1000 habitantes por accidentes en la población ecuatoriana (Espinosa & otros, 2011).

Ante esto se hace necesario generar estrategias que disminuyan la mortalidad y secuelas por esta causa. Dentro de los mecanismos propuestos para este objetivo, está la generación de “Centros de Trauma” y “Sistemas de Registro de Trauma”; estos últimos permiten la recolección sistemática de datos sobre la etiología, severidad y desenlace, y, a partir del análisis de esta información, se pueden tomar medidas a corto, mediano y largo plazo, para mejorar la atención y sobrevivencia del paciente traumatizado (Ordóñez *et al.*, 2014) y diseñar programas para su prevención. En los últimos años, la comprensión de la importancia de este tema ha suscitado que se genere una nueva visión sobre la atención del politraumatizado, lo cual ha motivado la creación del primer “Centro de Trauma y Emergencias” en el sur del país (Salamea Molina, Sacoto, & Rodas, 2014), asentado en el Hospital Vicente Corral Moscoso (HVCM) de la ciudad de Cuenca.

La reducción de las tasas de mortalidad por trauma no solo depende de la disponibilidad del contingente humano entrenado, sino que además se requiere de tres aspectos fundamentales como la educación, modificación del medio ambiente y legislación (Aboutanos *et al.*, 2009). En este punto existe un escollo, pues, al no contar con datos confiables se limita la posibilidad de desarrollar proyectos de investigación. De ahí, la importancia de generar un sistema informático que permita registrar de forma veraz, certera, rápida y en tiempo real los datos de los pacientes poli traumatizados que acuden al Centro de Trauma y Emergencia de la ciudad de Cuenca.

Actualmente, con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, se están automatizando algunos procesos en diferentes áreas, sobre esta base consideramos necesario automatizar el manejo de la información para mejorar procesos de atención a los pacientes y en este marco se ha visto la oportunidad de mejorar dichos procesos que están relacionados con el trauma. En consecuencia, el método para la consecución de este objetivo fue la automatización de la gestión de formularios pre-hospitalarios a través de tecnologías emergentes como la utilización de dispositivos móviles.

Lo que se busca es implementar un sistema que sirva de apoyo para los centros de trauma, el mismo que contará con ingreso de datos del paciente, accidentes, características demográficas, tiempo de atención, geoposición, entre otros, a su vez se pretende que los datos ingresados puedan ser visualizados en tiempo real desde la casa de salud, con el fin de realizar los preparativos necesarios para una atención eficiente del paciente.

Por otro lado, es importante que los médicos tengan una información actualizada de qué pacientes fueron atendidos, el tipo de trauma que presenta, el tiempo en el que la institución se demoró en atenderles, condiciones que llega el paciente, entre otros. Esta información permitirá que los centros de salud tomen mejores decisiones en la administración del hospital, por ejemplo, la compra de nuevos instrumentos, laboratorios, infraestructura, etc.

El objetivo de este estudio fue elaborar el perfil epidemiológico de los pacientes atendidos por traumatismos en el servicio de emergencias de un Hospital de referencia del Sur de Ecuador, durante el período septiembre - diciembre de 2014.

1.2 Estado del Arte

Un registro de trauma requiere, para ser operacional y efectivo, financiación, software adecuado, población bien definida, personal implicado con formación y un proceso detallado para la recolección de datos, elaboración de informes, validación y mantenimiento de la confidencialidad, pero, sobre todo, motivación por parte del personal que atiende. La utilidad de un registro de trauma se centra en la monitorización de las tendencias epidemiológicas, con lo cual es posible realizar una evaluación comparativa con estándares nacionales o internacionales, elaboración de planes de actuación, búsqueda de recursos monetarios para afrontar el problema, diseño de procesos y monitorización de indicadores, elaboración de escalas relacionadas con el ajuste por gravedad en un ámbito específico, evaluación del manejo prehospitalario del trauma así como de los cuidados tras el alta hospitalaria (Chico Fernández, García Fuentes, & Guerrero López, 2013a).

En el Ecuador no existen estudios sobre la problemática del trauma, la falta de una base de datos fidedigna no permite tener claridad sobre este hecho. En el año 2007 el trauma ocupa la tercera causa de muerte en todos los grupos etarios, la primera en el rango de 15 a 45 años de edad, fue responsable de tres de cada cuatro muertes en el grupo de entre 15 y 24; y de dos de cada tres en adultos jóvenes de 25 a 35 años (Astudillo Molina, 2007).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2011 existieron 4 669 569 atenciones en el área de emergencia, de las cuales un porcentaje significativo correspondió al trauma. Lastimosamente la falta de datos confiables acrecienta el subregistro de lesiones, ya que los datos existentes se encuentran dispersos en varios ítems, a saber: accidentes de vehículo de motor, agresiones, caídas, intentos autolíticos, heridas por arma de fuego, heridas por arma blanca, entre otros.

En el Hospital Vicente Corral Moscoso (HVCM) de Cuenca, en el año 2010 se atendió a 8 470 pacientes con algún tipo de traumatismo y en el 2011, a un total de 8 067. En la actualidad estas cifras van en aumento.

El déficit de datos existente sobre este tema en nuestro país ha permitido la realización de estudios parciales y descripciones pequeñas. La falta de estudios epidemiológicos rigurosos y de calidad, sustentados en bases poblacionales más extensas, ha generado que no se puedan elaborar políticas de salud dirigidas a grupos específicos y vulnerables, (Belzunegui Otano *et al.*, 2012).

La utilización de bases de datos específicas para el registro ha demostrado ser una herramienta útil, una “extraordinaria fuente de información para profundizar en los datos anatómicos y fisiológicos de las lesiones en un gran número de personas, así como para comparar los resultados ajustados a la severidad de la lesión y por lo tanto, un componente fundamental de control de calidad de los sistemas de emergencias” (Belzunegui Otano *et al.*, 2012).

Muchos han sido los intentos por conseguir un sistema integrado de atención del paciente traumatizado que permita contar con un regis-

tro de datos confiable. Los primeros intentos datan de 1993, con el proyecto de Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador (FASBASE), el cual se enfocó en el equipamiento de salas de emergencias, adquisición de ambulancias (Salamea Molina *et al.*, 2014) y la búsqueda de un sistema de salud integrado (costos, informática y estadísticas) (Cañizares Aguilar, 1998). Posteriormente, mediante el proyecto de Cooperación Internacional con el ITSDP (International Trauma System Development Program) de Virginia Commonwealth University, Richmond Estados Unidos (2003-2009) se “intentó implementar un registro único de trauma para las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago” (Salamea Molina *et al.*, 2014). La finalidad de este proyecto fue “registrar en tiempo real toda la patología relacionada al trauma con el fin de evitar subregistros y conocer la problemática en la región” (Salamea Molina *et al.*, 2014), con el objeto de lograr políticas gubernamentales, recursos económicos, materiales y humanos, centrados en la atención de trauma.

Existen bases de datos sobre el trauma a nivel mundial, tales como: la NTDB (National Trauma Data Bank), NPTR o NCBI (National Pediatric Trauma Registry) que registra el trauma pediátrico y la NBR (National Burn Repository) que contiene datos sobre quemaduras, todas estas en Estados Unidos; pero también existe en Rusia la TARN (The Trauma Audit & Research Network); en Canadá, las CANADIAN entre muchas otras, las cuales han permitido mejorar los sistemas de salud a nivel mundial (Chico Fernández, García Fuentes, & Guerrero López, 2013b).

En Estados Unidos se ha aplicado con éxito programas de intervención que muestran una importante disminución de la mortalidad por esta causa, en un 30% aproximadamente, aplicando determinados modelos preventivos. Por ejemplo, el uso de sillas apropiadas en diseño y colocación para niños pequeños en vehículos que los transportan, ha incidido en una disminución estimada de la letalidad en 69% entre los lactantes y de 47% en los niños mayores (Romero, 2007).

Los registros automatizados de trauma han demostrado ser necesarios para generar perfiles epidemiológicos y sobre esta base plantear políticas que permitan prevenir y educar a la población sobre el trauma (Belzunegui Otano *et al.*, 2012) (Ordóñez *et al.*, 2014). En este

marco, el equipo e investigadores de este proyecto, a partir de la experiencia en otras áreas tales como: terapia del lenguaje (Timbi Sisali-ma, Robles Bykbaev, Guiñansaca Zhagüi, Capón Albarracín, & Ochoa Arévalo, 2015), sistema experto para la generación de planes de terapia para los trastornos de habla y del lenguaje en niños con discapacidad (V. E. Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias, & Arévalo-Lucero, 2015), asistente robótico y entorno de soporte móvil para terapia del habla y del lenguaje (V. E. Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias, & García-Duque, 2015), el ecosistema de herramientas TIC inteligentes para la terapia del habla basada en un modelo de conocimiento formal (V. Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias, Quisi-Peralta, & García-Duque, 2015), desarrollaron un sistema de registro automatizado para los casos de trauma, mediante una tablet.

1.3 Materiales y métodos

Se trata de un estudio descriptivo de corte transversal, en una muestra de pacientes atendidos por traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa (códigos S00-T98), y por causas extremas de morbilidad y de mortalidad (códigos V01-Y98) de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE 10, por un período de 4 meses. La información fue recolectada durante las 24 horas del día de manera continua, entre los meses de septiembre a diciembre del año 2014, por un grupo de estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, previo un proceso de capacitación. Se establecieron para el estudio las siguientes variables: edad, género, estado civil, nivel de educación, tipo de traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa, causa externa de morbilidad y de mortalidad, hora de ocurrencia, días de ocurrencia y la georreferenciación de los casos según la latitud y longitud.

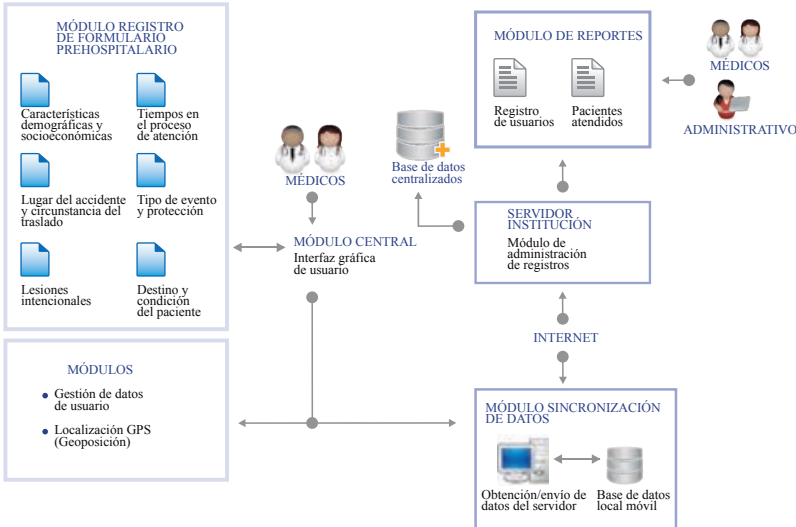
La recolección de datos se realizó mediante un registro electrónico a través de una tablet, con base en el interrogatorio al paciente o a su acompañante, la revisión de la historia clínica y los datos que constan en el libro de registro de trauma, que llena el personal de salud; una vez completada la información fue enviada, por internet, a un computador ubicado en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuen-

ca. En la base de datos constan las respuestas codificadas para su tabulación. El análisis estadístico de las frecuencias y porcentajes se realizó con el software SSPS-20. La georreferenciación de los casos se realizó en Google Maps; para esto se convirtió el archivo de Excel con formato xls, que contiene los datos de latitud y longitud de los casos de trauma, a un archivo con formato ktm, que es compatible con Google Maps.

El sistema informático descrito nos permitió llevar el registro y control de los accidentes atendidos; este sistema cuenta con una interfaz gráfica que permite el ingreso, eliminación, actualización y búsqueda de información los mismos que son almacenados en una base de datos, con el objetivo de que el personal de salud pueda generar reportes para análisis estadísticos.

En la Figura 1.1 se presenta la arquitectura modular del sistema propuesto y los módulos principales que están implementados dentro de software.

Figura 1.1
Sistema para la administración de la ficha hospitalaria en trauma



El sistema de registro consta con una pantalla de ingreso que a través del módulo de autenticación los médicos acceden al formulario prehospitalario para llenar el libro de registro de trauma y también consta el historial que contiene la información prehospitalaria de los pacientes atendidos. A continuación, se detalla de mejor manera los módulos que contiene el sistema:

Módulo Central: Es el componente principal del sistema, sirve para controlar y gestionar los diferentes módulos e integrarlos como un solo sistema. Permite presentar las diferentes interfaces gráficas para acceder a las opciones de los módulos y estos últimos realicen las tareas que el usuario requiere.

Módulos de sincronización de datos: Cuando el usuario ingresa los datos a través del dispositivo móvil y este no tiene una conexión a internet, estos se guardan temporalmente en una base de datos local, una vez que el dispositivo tenga conexión a internet estos son enviados a un servidor principal para el almacenamiento.

Módulos adicionales: Permiten al sistema contar con otras funcionalidades como localización GPS, cálculo del tiempo de llegada aproximada a la institución de salud más cercana. Para la seguridad y acceso a datos se tiene un módulo de gestión de usuarios que permite administrar los permisos y accesos de forma segura.

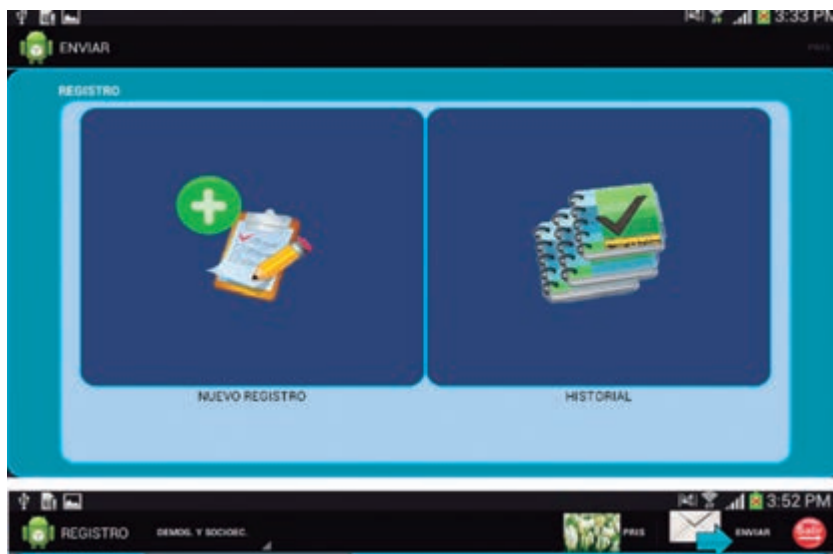
Registro del formulario prehospitalario: Este módulo se compone de varios submódulos que permiten el ingreso de datos hospitalarios; tales como: características demográficas, tiempos de procesos de atención, lugar y circunstancias del accidente, entre otros, con el fin de recopilar toda la información del accidente y el trauma causado para un posterior análisis.

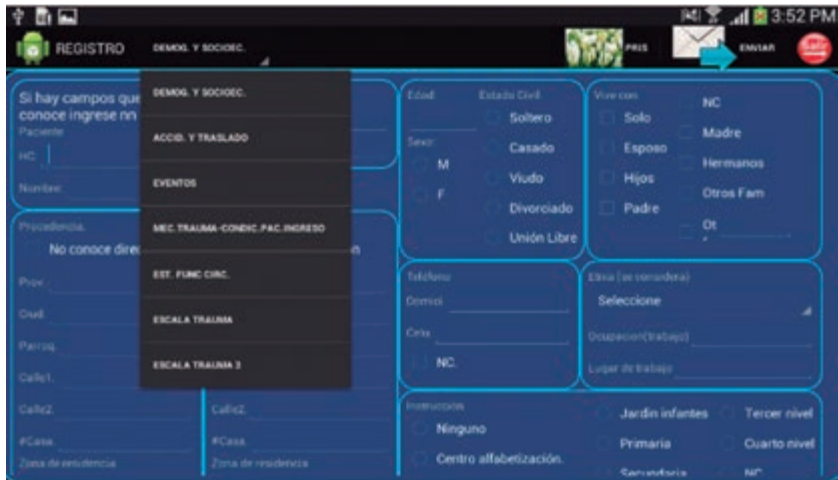
Servidor de la institución: Dentro del proyecto se instaló y configuró un servidor principal, capaz de almacenar y gestionar los datos enviados por los diferentes prestadores de salud y contiene un módulo que permite administrar los registros almacenados, evitando duplicación o datos faltantes.

Módulo de reportes: Este módulo se conecta directamente a la base de datos centralizada para generar reportes en tiempo real. Dependiendo de los requerimientos de los usuarios se generan los reportes; por ejemplo, reportes de registros de usuarios, pacientes atendidos por fecha, accidentes ocurridos con mayor frecuencia, etc. Es importante destacar que dependiendo de los permisos pueden acceder a la información; de este modo, los administrativos tienen acceso a reportes generalizados, mientras que el médico tiene acceso a reportes más específicos o detallados.

Por último, es importante detallar que los módulos pueden ser accedidos a través de un dispositivo móvil o mediante un explorador web, dependiendo de las funcionalidades, por ejemplo, el módulo de registro de formularios pre-hospitalario, módulo de sincronización de datos y los módulos adicionales, son implementados para dispositivos móviles; mientras que los demás módulos pueden ser accedidos a través del explorador web. (Figura 1.2)

Figura 1.2
Aplicación móvil de epidemiología





1.4 Resultados

El total de casos de trauma atendidos durante el período en estudio fue de 2159, de los cuales se logró la obtención de 1.550 registros de pacientes ingresados al servicio de emergencias, que correspondió a la muestra del presente estudio. Al distribuir la muestra de acuerdo a las características demográficas, se obtuvo que, más de la mitad de los afectados se ubican en los grupos etarios de 20 a 29 años y de 10 a 19 años, con un 30,5% y un 20,8% respectivamente; le sigue el grupo de 30 a 39 años, con un 15,2%, y con menos del 10%, los demás grupos de edad. El promedio de edad de toda la muestra fue de 31,44 años, siendo mayor en las mujeres (35,96 años) que en los hombres (31,44 años), con desvíos estándar de 19, 23 y 16 años, respectivamente. Un 68,9% (n = 1.068) fueron del sexo masculino y un 31,1% (n = 482) del sexo femenino. En cuanto al estado civil, la mayoría eran solteros (52,1%), la tercera parte, casados (33,5%) y en menor proporción se encontraron en unión libre (8,7%), divorciados (3,1%) y viudos (2,5%). Casi todos se auto identificaron como mestizos (97,61%) y menos del 1% se consideraron mulatos (0,77%), indígenas (0,65%), blancos (0,39%) y negros (0,39%). Con respecto al nivel educativo, cuatro de cada diez han alcanzado los niveles: secundario (40,1%) y primario (39,3%), el 11,1% tiene tercer nivel de educación formal, 1,8% han estado en jardín de infantes, el

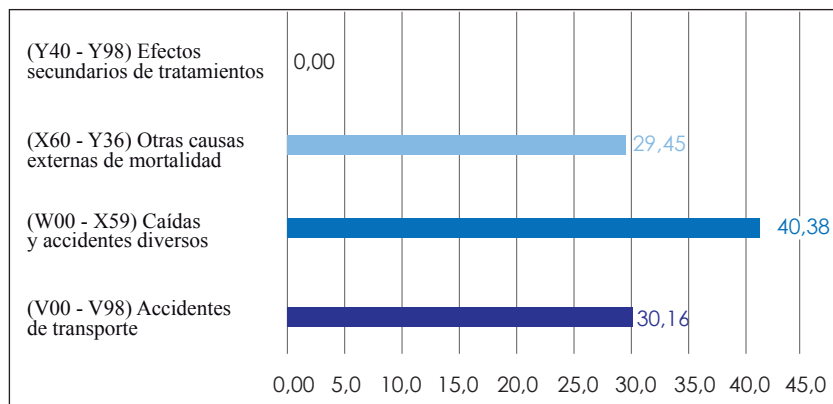
0,7% tiene formación de cuarto nivel, el 0,2% ha acudido a un centro de alfabetización y el 2,2% no ha tenido ninguna instrucción formal (Tabla 1.1).

Tabla 1.1
Distribución de la muestra según características demográficas

GRUPOS DE EDAD	No (1550)	%
0 a 9	105	8,5
10 a 19	330	20,8
20 a 29	475	30,5
30 a 39	244	15,2
40 a 49	129	7,9
50 a 59	111	7,8
60 y más	156	9,4
SEXO		
Masculino	1068	68,90
Femenino	482	31,10
ESTADO CIVIL		
Casado	501	33,5
Divorciado	57	3,1
Soltero	810	52,1
Unión libre	140	8,7
Viudo	42	2,5
AUTO IDENTIFICACIÓN		
Blanco	6	0,39
Indígena	10	0,65
Mestizo	1513	97,61
Mulato	12	0,77
Negro	6	0,39
Otro	0	0,00
No sabe	3	0,19
EDUCACIÓN		
Ninguna	72	2,2
Centro Alfabetización	2	0,2
Jardín Infantes	25	1,8
Primaria	624	39,3
Secundaria	618	40,1
Tercer Nivel	188	11,1
Cuarto Nivel	6	0,7

Al analizar las causas del trauma, de acuerdo con la clasificación internacional de enfermedades (CIE 10), en primer lugar, se encuentran las caídas y accidentes diversos, con un 40,38%; en segundo lugar, los accidentes de transporte, con un 30,16%; y, en tercer lugar, se ubican otras causas externas de mortalidad, con un 29,45% (Figura 1.3).

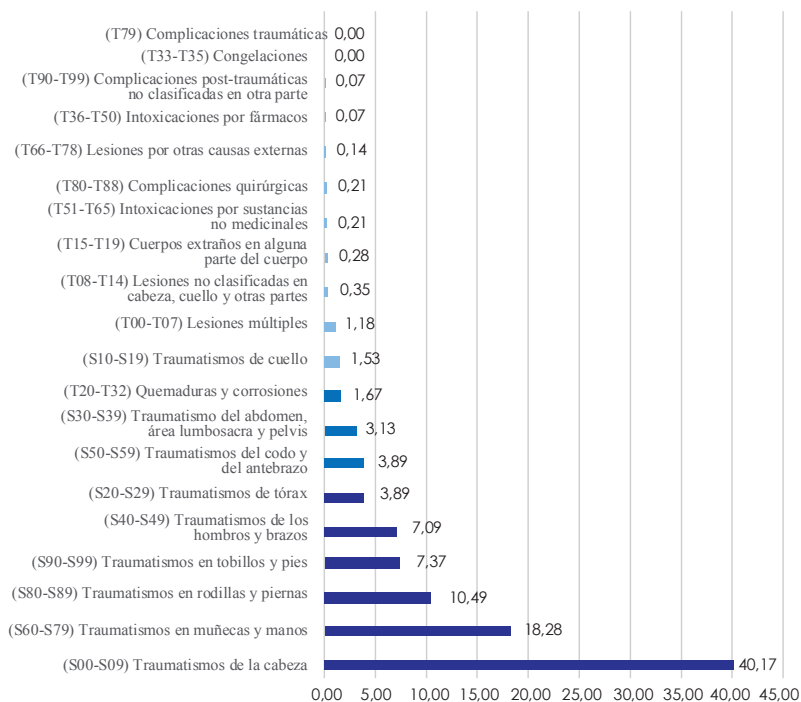
Figura 1.3
Distribución de la muestra según causas externas de morbilidad y de mortalidad (CIE 10)



Al realizar la distribución según traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa, podemos apreciar que los traumatismos de la cabeza se encuentran en primer lugar con un 40,17%; le siguen los traumatismos de muñeca y manos (18,28%), rodilla y piernas (10,49%), tobillo y pies (7,37%), hombros y brazos (7,09%), tórax (3,89%), codo y antebrazo (3,89%), abdomen, área lumbosacra y pelvis (3,13%), quemaduras y corrosiones (1,67%), traumatismos de cuello (1,53%), lesiones múltiples (1,18%). Y con porcentajes inferiores al 1% encontramos lesiones no clasificadas en cabeza, cuello y otras partes del cuerpo; cuerpos extraños en alguna parte del cuerpo, intoxicaciones por sustancias no medicinales, complicaciones quirúrgicas, lesiones por otras causas externas, intoxicación por fármacos y complicaciones post-traumáticas no clasificadas en otra parte (Figura 1.4).

Figura 1.4

Distribución de la muestra según traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa (CIE 10)



En el análisis de las consecuencias del trauma según ocupación, podemos apreciar que los estudiantes son los más afectados ($n = 416$); le siguen en frecuencia las personas que realizan quehaceres domésticos ($n = 157$), los obreros de construcción ($n = 152$), quienes no tienen ninguna ocupación ($n = 148$), los que trabajan en comercio ($n = 88$), carpintería ($n = 61$), mecánica ($n = 52$), agricultura ($n = 50$), choferes ($n = 46$), empleados públicos ($n = 27$) y quienes se dedican a otras diversas actividades ($n = 353$) (Tabla 1.2).

Tabla 1.2

Distribución de la muestra según traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa (CIE 10)

Ocupación	(S00-S09)	(S60-S79)	(S80-S89)	(S90-S99)	(S40-S49)	(S20-S29)	(S50-S59)	(S30-S39)	(T20-T32)	Otros	Total
	Cabeza	Munecas y manos	Rodillas y piernas	Tobillos y pies	Hombros y brazos	Tórax	Codo y antebrazo	Abdomen, área lumbosacra y pelvis	Quemaduras y corrosiones		
Estudiante	167	56	38	28	30	18	20	11	5	43	416
Quehaceres domésticos	53	26	16	12	6	8	3	8	5	20	157
Obrero de construcción	70	22	10	13	9	4	4	3	1	16	152
Ninguna	71	19	15	7	10	5	3	5	1	12	148
Comerciante	34	14	10	7	8	2	1	2	1	9	88
Carpintería	18	22	1	2	1	1	2	3	2	9	61
Mecánica	19	12	4	2	4	0	1	1	0	9	52
Agricultura	13	7	11	2	6	2	3	1	0	5	50
Chofer	11	9	7	2	4	3	4	1	2	3	46
Empleado público	8	10	0	3	1	0	1	1	1	2	27
Otros	114	66	39	28	23	13	14	9	6	41	353
TOTAL	578	263	151	106	102	56	56	45	24	169	1550

En lo que se refiere al lugar en el que se produjo el trauma, el sitio más frecuente es la vía pública, con un 38,70%; luego está el domicilio, con 35,44%; el lugar de trabajo, con 11,60%; y con porcentajes inferiores los traumatismos se dieron dentro de las instituciones (4,95%), y en otros lugares (2,02%); el 7,30% no refirió el lugar debido a su condición de salud (Tabla 1.3).

Tabla 1.3
Distribución de la muestra según lugar del trauma

Lugar	No	%
Domicilio	549	35,44
Institución	77	4,95
Vía pública	600	38,70
Trabajo	180	11,60
Otro lugar	31	2,02
No referidos	113	7,30
TOTAL	1550	100,00

En relación con el traslado de los pacientes, en su gran mayoría (69,05%) llegan al servicio de emergencia del hospital en vehículos particulares; el resto son conducidos en ambulancias de la red pública de salud, que está integrada por los bomberos (12,43%), Ministerio de Salud Pública (9,32%), Cruz Roja (4,19%), Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (2,36%) y ECU 911 (0,34%); en algunas ocasiones también contribuyeron en esta acción la policía (1,62%) y la Empresa Municipal de Obras Públicas (0,54%) (Tabla 1.4).

Tabla 1.4
Distribución de la muestra según medio de traslado

Medio de traslado	No	%
Ambulancia de Bomberos	193	12,43
Ambulancia del MSP	145	9,32
Ambulancia del IESS	37	2,36
Ambulancia de Cruz Roja	65	4,19
ECU 911	5	0,34
Empresa Municipal de OP	8	0,54
Policía	25	1,62
Vehículo particular	1070	69,05
Otros	2	0,14
TOTAL	1550	100,00

En cuanto al destino y condición: de las 1 550 personas atendidas por trauma, 1 381 (89,09%) egresaron con el alta médica, 59 (3,81%) fueron conducidas a observación; 44 (2,84%), a una de las salas de internación de las diversas especialidades, según el caso; 21 (1,35%) abandonaron el servicio con alta solicitada, 13 (0,82%) fueron referidas a la unidad de cuidados intensivos, y 3 (0,22%) fallecieron (Tabla 1.5).

Tabla 1.5
Distribución de la muestra según condición final

Destino y condición	No	%
Alta médica	1381	89,09
Alta solicitada	21	1,35
Fuga	5	0,30
En observación	59	3,81
A UCI	13	0,82
A quirófano	24	1,57
A Internación	44	2,84
Fallece	3	0,22
TOTAL	1550	100,00

Al revisar la georreferenciación de la ocurrencia de los traumas, podemos apreciar que, en general, están dispersos, pero se advierten ciertas concentraciones según los mecanismos que ocasionaron los traumas; así tenemos que, los accidentes de tránsito se concentraron en las principales vías de los barrios urbanos de Yanuncay, que se encuentra al sur oeste de la ciudad; y en los barrios Gil Ramírez, El Sagrario, San Blas y Sucre, ubicados en el centro de la urbe. En tanto que los casos de agresión procedieron, con algo más de concentración, de los barrios Gil Ramírez, El Sagrario, San Blas, y en especial de Totoracocho, donde se encuentra el terminal terrestre y el aeropuerto. Los casos reportados como otros mecanismos de trauma procedieron de los barrios Yanuncay, Gil Ramírez, El Sagrario, San Blas, Huaynacápac y Totoracocho (Figura 1.5).

Figura 1.5
Georreferenciación de los casos de accidentes de tránsito,
violencia y otros mecanismos de trauma



1.5 Discusión

A excepción de la ciudad de Cali-Colombia, que actualmente posee el Registro desarrollado por la Sociedad Panamericana de Trauma y el antecedente de Ecuador, que tuvo un Registro de Trauma y dejó de funcionar por problemas económicos, no se conocen experiencias con estos registros en Latinoamérica. Por lo tanto, el estudio realizado buscó obtener un medio fácil y accesible para el registro de los pacientes en tiempo real. A partir de una búsqueda exhaustiva de información se logró encontrar varios registros del trauma a nivel mundial, descritos en la Figura 1.4, gracias a los cuales se han elaborado programas para la prevención de los traumatismos en los diferentes lugares del planeta.

Pese a que no se logró realizar una recolección completa de los datos, los registros obtenidos han mostrado ser eficaces, pues han permitido realizar un análisis situacional de la patología trauma en el periodo estudiado.

El análisis de los datos mostró que el 97,61% de los pacientes que ingresaron en el área de emergencia se catalogaron como mestizos.

El sexo masculino fue más afectado por lesiones traumáticas, con un 68,9%, mostrando similitud con el estudio de Cabanillas que encontró un 96,8% (Cabanillas & Soto-Cáceres, 2015). Los grupos etarios más expuestos fueron los comprendidos entre los 20 y 29 años, en un 30,5%; y entre 10 y 19 años, con un 20,8%; los comprendidos entre 30 a 39 años, con un 15,2 % con resultados similares en otro estudio donde el grupo etario más expuesto estuvo entre 20-29 años de edad con un 30,1% (Cabanillas & Soto-Cáceres, 2015). Las personas solteras son las más proclives a sufrir lesiones, con 52,1%; seguidas de las casadas, con 33,5%, según un estudio de Brasil, se evidenció igualmente que los solteros eran más susceptibles de lesiones con un 51,1% y que 57,4% no terminaron el bachillerato (Vieira, Hora, de Oliveira, de Oliveira Ribeiro, & de Sousa, 2013), en comparación con nuestros resultados de un 43,5% que no terminaban el bachillerato.

Dentro de los mecanismos de trauma, los más frecuentes son las caídas, con un 40,38%, seguido de los accidentes de tránsito, con un 30,16%, en la ciudad de Chiclayo se evidenció que un 29% de los traumatismos fue por accidentes de tránsito (Cabanillas & Soto-Cáceres, 2015), en otro estudio de Alberdi se muestra quede un total de 278.9 millones de traumatismos a nivel mundial el 29% de ellos fueron por accidentes de tránsito, un 12,6% de caídas y un 9,16% de violencia interpersonal (Alberdi, García, Atutxa, & Zabarte, 2014). Las lesiones más frecuentes fueron a nivel de cabeza 40,17%, osteomusculares (muñecas y manos, 18,28%; rodillas y piernas 10,49%; hombros y brazos, 7,09); tórax, 3,89; abdomen y pelvis, 3,1%, cuando se realiza la comparación en cuanto a la distribución de lesiones se encuentra un predominio de trauma craneal grave, en un 33-47%, seguido de trauma torácico en un 18-35%, trauma de extremidades del 15-26% y trauma abdominal del 8 -17% (Alberdi *et al.*, 2014). Las principales ocupaciones afectadas fueron la categoría estudiantes, quehaceres domésticos y obreros de construcción.

El traslado pre-hospitalario fue realizado por ambulancias de la Red Pública (69,05%), siendo los bomberos quienes más traslados realizaron (12,43%). Aproximadamente el 89,09% de los pacientes atendidos fueron dados de alta del servicio, el 10,91% necesitó internación y resolución de su patología intrahospitalariamente.

En cuanto a la ubicación geográfica, los accidentes de tránsito ocurrieron en las parroquias Yanuncay, Gil Ramírez, El SAGRARIO, San Blas y Sucre; mientras que las lesiones por violencia se dieron en El SAGRARIO, San Blas y Totoracocha.

Es indudable que a partir de los datos recabados se podría mejorar la atención del trauma, tanto a nivel hospitalario como pre-hospitalario. En el primer caso porque el personal de emergencia al disponer de la información de manera oportuna, realizaría todos los preparativos necesarios para recibir a los pacientes con todos los recursos humanos y materiales que ameriten los casos de acuerdo a su complejidad. En el segundo caso, bajo el liderazgo del personal de salud, las organizaciones comunitarias participarían en eventos de prevención de trauma y promoción de la salud.

Tratándose de un estudio epidemiológico, la investigación se debió realizar con todos los casos atendidos durante al menos el período de un año; no obstante, el análisis realizado con una muestra de cuatro meses, debido a la limitación de recursos económicos, hemos conseguido valiosa información de cómo varía la ocurrencia de los casos de trauma por tiempo, lugar y las características sociodemográficas de las personas, como línea de base para valorar el impacto de los programas preventivos y de promoción de la salud, en relación con el trauma.

1.6 Conclusiones

Los registros de trauma son insumos importantes para el adecuado abordaje de la patología traumática, ya que solo el conocimiento real de la epidemiología local nos permitirá realizar su análisis fidedigno, el cual ayudará a determinar indicadores y plantear posibles soluciones a este problema.

En nuestro estudio contamos con una muestra pequeña, pero de los datos obtenidos se desprende un perfil epidemiológico real aunque parcial de nuestra realidad geográfica, el cual podrá servir como base para estudios posteriores sobre esta temática.

La implementación de un sistema de registro de trauma a nivel hospitalario contribuiría a llenar uno más de los elementos necesarios para completar el sistema de trauma, pues con él se podría afianzar no solo la atención sino el trípode: educación, modificación del medio ambiente y legislación.

Durante el estudio, la implementación del sistema automatizado, al inicio generó cierta resistencia en el personal que estaba acostumbrado al registro manual, pero luego de que visualizaron las ventajas de obtener información de manera ágil para tomar decisiones en el manejo de los casos, gracias a la activa participación de los estudiantes del área de la salud, el sistema fue aceptado y en seguida se integró a las demás tareas cotidianas de atención.

El registro electrónico del trauma, en países en desarrollo como el nuestro, es una tecnología emergente y prometedora, aunque aun insuficientemente evaluada. Se dispone de evidencia científica suficiente sobre las ventajas de la automatización de los datos frente al registro manual en la atención de los pacientes con trauma. Son prometedores los resultados alcanzados en los programas de prevención del trauma y promoción de la salud, teniendo como base la información recolectada por medios electrónicos. Sin embargo, se detecta la necesidad de mejorar el control de la calidad de la información en las investigaciones futuras teniendo como base la información recolectada electrónicamente de manera permanente. Por otro lado, es necesaria la realización de estudios comparativos que afronten la evaluación económica del registro electrónico, así como su impacto organizativo para tener datos que informen la toma de decisiones de los médicos que atienden los casos de trauma, de las autoridades sanitarias y de los financiadores.

1.7 Referencias

- Aboutanos, M. B., Arreola-Rissa, C., Rodas, E. B., Esposito, T. J., & Mock, C. N. (2009). Implementación y Desarrollo de Sistemas de Atención en Trauma en América Latina. *ResearchGate*, 2, 9-16.
- Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., & Zabarte, M. (2014). Epidemiología del trauma grave. *Medicina Intensiva*, 38(9), 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2014.06.012>

- Astudillo Molina, R. A. (2007). *Trauma 2007* (2da ed., Vol. 2). Cuenca Ecuador: Diseño Gráfico. Recuperado a partir de <https://issuu.com/andyastudillo/docs/trauma-2007astudilloetalvol1>
- Belzunegui Otano, T., Fortun, M., Reyero Díez, D., Echarri Sucunza, A., Jean Louis, C., Beaumont, C., & Teijeira Álvarez, R. (2012). Implantación en Navarra del primer 'Major Trauma Registry' de base poblacional del país. *ResearchGate*, 35(2), 342-344.
- Cabanillas, Y. S.-C., & Soto-Cáceres, V. (2015). Pronóstico de sobrevida en pacientes politraumatizados ingresados a emergencia de un hospital público utilizando tres scores internacionales. *Rev. Cuerpo Med. HNAAA*, 5(1), 16.
- Cañazares Aguilar, E. (1998). *La salud en Cuenca*. Cuenca: Consejo Cantonal de Salud, 216.
- Chico Fernández, M., García Fuentes, C., & Guerrero López, F. (2013a). Registros de trauma: una prioridad sanitaria, un proyecto estratégico para la SEMICYUC. *Medicina Intensiva*, 37(4), 284-289. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.01.010>
- Espinosa, M. E., & otros (2011). *Años de vida perdidos por muerte prematura por causas traumáticas en el Ecuador desde 1997 al 2009* (B.S. thesis). Quito: USFQ. Recuperado a partir de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/367>
- Ordóñez, C., Rubiano, J., Badiel, M., Pino, L. F., Miñan-Arana, F. D., Tejada, J. W., ... Ivatury, R. R. (2014). *Epidemiología del trauma en dos hospitales de primer nivel de atención del suroccidente de Colombia*, 3, 11-15.
- Robles-Bykbaev, V. E., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Arévalo-Lucero, D. (2015). SPELTA: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7641-7651. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.06.011>
- Robles-Bykbaev, V. E., Lopez-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Garcia-Duque, J. (2015). RAMSES: a robotic assistant and a mobile support environment for speech and language therapy. En *Innovative Computing Technology (INTECH), 2015 Fifth International Conference* (pp. 1-4). IEEE. Recuperado a partir de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7173473/>
- Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., Pazos-Arias, J., Quisi-Peralta, D., & García-Duque, J. (2015). An Ecosystem of Intelligent ICT Tools for Speech-Language Therapy Based on a Formal Knowledge Model. *Studies in Health Technology and Informatics*, 216, 50-54.
- Rodas, E. B., Salamea, J. C., Vidal, M., Reinoso, J., Pino A., R., Fernandez de Cordova Rubio, L., ... Tenesaca, E. (2014). Implementing a Trauma and Acute Care Surgery Service in a Regional Hospital. Cuenca-Ecuador.

- European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 40(S1), 1-231.
<https://doi.org/10.1007/s00068-014-0398-3>
- Romero, P. (2007). Accidentes en la infancia: Su prevención, tarea prioritaria en este milenio. *Revista Chilena de Pediatría*, 78, 57-73.
- Salamea Molina, J. C., Sacoto, H., & Rodas, E. B. (2014). Trauma y emergencias en el sur del Ecuador. Historia, realidad y perspectivas. *ResearchGate*, 73-75.
- Timbi Sisalima, C., Robles Bykbaev, V., Guiñansaca Zhagüi, E., Capón Albaracín, M., & Ochoa Arévalo, G. (2015). *ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad*. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13239889011>
- Vieira, R. de C. A., Hora, E. C., de Oliveira, D. V., de Oliveira Ribeiro, M. do C., & de Sousa, R. M. C. (2013). Qualidade de vida das vítimas de trauma cranioencefálico seis meses após o trauma. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 21(4), 868-875.

Capítulo 2

Características epidemiológicas del uso de antibióticos en pacientes con trauma quirúrgico atendidos en el sur de Ecuador: Un sistema de soporte basado en aplicaciones móviles y minería de datos

VANEGAS IZQUIERDO PATRICIA^{1,4}
pvanegas@ucacue.edu.ec

SERRANO PAREDES KARINA DE LOURDES^{1,4}
kserrano@ucacue.edu.ec

JARAMILLO OYERVIDE JULIO²
jajo156@yahoo.com.ar

SERPA ANDRADE CARINA
investigamedicina@hotmail.com

FLORES MONTESINOS CARLOS¹
cflores@ucacue.edu.ec

QUISI PERALTA DIEGO^{3,4}
dquisi@ups.edu.ec

CABRERA PRIETO PRISCILA³
mcabrerap@ups.edu.ec

ROBLES BYKBAEV VLADIMIR^{3,4}
vrobles@ups.edu.ec

¹ Universidad Católica de Cuenca

² Universidad de Cuenca

³ GHATA, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo
para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana

⁴ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que 1 de cada 10 muertes en el mundo se debe a accidentes (trauma). Por ello, en el campo de la atención de trauma pre-hospitalario, un tratamiento adecuado y oportuno en el período crítico puede definir la supervivencia de un paciente. De igual forma, dentro del proceso de atención y cuidado del paciente con trauma pueden existir circunstancias en las que es necesario administrar antibiótico-terapia a fin de evitar infecciones. En tal virtud, este trabajo pretende contribuir al uso racional de antibióticos en este tipo de pacientes, empleando para ello técnicas de minería de datos que permitan reducir el tiempo requerido para seleccionar el antibiótico más apropiado para cada caso. Para lograr este objetivo, se ha desarrollado una aplicación móvil que permitió recolectar información de todos los pacientes atendidos en un hospital público y hospital privado del Sur de Ecuador durante un período de 3 meses. Con estos datos se diseñó un sistema de soporte a la toma de decisiones basado en análisis de conglomerados, y de igual forma, se probaron técnicas de clasificación basadas en aprendizaje de máquina como Bosques Aleatorios (Random Forest) y redes neuronales. En el ámbito médico los resultados preliminares obtenidos con esta investigación señalan lo siguiente: los antibióticos de la familia de los betalactámicos son los de primera elección siendo el 56,35% como monoterapia general correspondiendo el 55,65% en el Hospital público y el 56,14% en el Hospital privado; los más usados son cefalexina en un 14,4%, la cefazolina 27,1% en ambas instituciones. En el hospital público la frecuencia es de mayor porcentaje que en el privado en esas situaciones. Se comprobó que se sigue usando como primera elección los antibióticos “viejos” o los de la primera familia de los betalactámicos, por lo que se debería realizar una guía en la adecuada dosificación y vía de administración para no causar en el futuro una resistencia de antibióticos. En cuanto al sistema de soporte a la toma de decisiones se alcanzó un 85% de precisión en la clasificación del tipo de antibiótico administrado de acuerdo al tipo de lesión sufrida por el paciente.

Palabras clave: Trauma, Antibióticos, Epidemiología, Minería de datos, Aplicaciones móviles, Soporte a la toma de decisiones

2.1 Introducción

El trauma se considera como un importante problema de salud, ya que ha ido creciendo de forma considerable en los últimos años, y de acuerdo a las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 de cada 10 muertes en el mundo se debe a accidentes. Generalmente el trauma se estima como una patología de emergencia provocada por un factor externo que es ajeno a un problema orgánico y que puede ser causa de la muerte, generalmente hay personas que son más propensas a esta patología por la situación externa que les rodea y también por agentes involuntarios. Las cifras estadísticas indican como

edad recurrente de este problema a personas menores de 35 años, entre las cuales constituye la primera causa de muerte y/o discapacidad. Los accidentes de tráfico son los principales responsables de decesos en países de ingresos medios-bajos, que a su vez son los más poblados (Alberdi, 2014).

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), señala que en el 2011 la principal causa de muerte fue la diabetes mellitus con un 7,15%, mientras que los accidentes de tránsito fueron la quinta causa de muerte y los homicidios ocuparon la séptima posición. Por lo tanto, si consideramos estas últimas causas como eventos traumáticos, el trauma se convierte en la principal causa de muerte con un 8,76% frente a la diabetes mellitus (INEC, 2011). Es por ello que hoy en día el trauma se considera un problema importante en el Ecuador, debido al crecimiento poblacional y al uso sin medida de sustancias tóxicas como alcohol, y sustancias alucinógenas que han hecho que tenga cifras semejantes a las de países desarrollados. Estos datos se demuestran en el estudio de trauma cráneo-encefálico grave realizado por German Torres en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Carlos Andrade Marín (Quito, Ecuador). El autor de dicha investigación señala que el trauma cráneo-encefálico es el principal referido en pacientes ingresados en la UCI, mientras que aquellos pacientes con diagnóstico de trauma cráneo-encefálico grave son principalmente adultos jóvenes de sexo masculino con un promedio de estadía hospitalaria bajo (Torres, J., G. *et al.*, 2016).

Por otra parte, en un estudio epidemiológico realizado en la ciudad de Cuenca en el año 2013, se evidencia que los traumas más comunes son de fracturas y por accidentes automovilísticos. Los resultados de este estudio indican que el trauma de tórax asciende a 78,4% en hombres con un promedio de edad de 37,9 años (DS 18,5). Las principales causas de estos accidentes fueron las caídas de altura y los accidentes automovilísticos, siendo las caídas más frecuentes en varones y los accidentes en mujeres (Peñañiel, 2015).

En esta línea, se debe mencionar que la calidad de atención que se les dé a estos pacientes con traumas quirúrgicos depende también de poder combatir el alto índice de mortalidad. Se han usado muchos

indicadores de calidad en esta patología, aunque muy pocos tienen un nivel de evidencia científica sólida para recomendar su uso rutinario (Sánchez *et al.*, 2014).

El uso adecuado de antibióticos en estos procesos es fundamental, especialmente en aquellos pacientes con trauma que son reportados a la UCI o a las unidades de poli trauma (Uribe, R.S. Carrero *et al.*, 2016). En estos casos, el personal de salud debe proveer medicación de primera elección y de acción inmediata y prolongada, de forma que se puedan evitar otras patologías graves como la neumonía (Cardona, 2017) o las infecciones que se producen en pacientes con trauma craneoencefálico (Tan *et al.*, 2015).

Por lo tanto, si nos enfocamos en el ámbito de los antibióticos, es fundamental valorar tres aspectos de gran relevancia en su tratamiento: a) qué antibióticos son aplicados a los pacientes, b) qué dosis se deben suministrar y c) en qué casos es necesario emplear antibióticos. De igual forma, también se debe tomar en cuenta de que pueden existir cambios extremos en la función de los órganos, como los observados en pacientes hiperdinámicos o con síndrome de disfunción orgánica múltiple. Estas situaciones son de especial interés en casos de politraumatismo, donde pueden tener gran impacto sobre la exposición a los fármacos y, por lo tanto, requieren de una vigilancia constante cuando se revisan los regímenes posológicos antibióticos en los enfermos críticos (Ramos, 2016).

En cuanto al ámbito informático, hoy en día las herramientas de software se han convertido en elementos de soporte en diversos campos de la medicina. Por ejemplo, uno de los primeros registros informatizados de trauma se realizó en el hospital Cook County de Chicago y recogió por primera vez registros de varios centros hospitalarios (Chico, García y Guerrero, 2013). El trabajo realizado por Belkis Díaz Lauzurica nos presenta una implementación de un sistema informático para el seguimiento de la urgencia médica (SICUM) que controla de forma automatizada la atención del paciente y evalúa la eficiencia de los servicios de urgencia (Lauzurica, 2001) Asimismo el estudio de García... A. Escorihuela, A presentan una aplicación desarrollada a partir de tecnologías orientadas a sistemas multiagentes que permite la generación de

servicios cooperativos para la interacción humana, el mismo que modela distintas fases del proceso del trasplante de órganos (García, 2017).

De igual forma, es importante destacar que las técnicas de minería de datos también se aplican en el cuidado de la salud y la medicina. Fundamentalmente existen dos campos en los cuales se emplean: (i) sistemas de soporte a la toma de decisiones en el cuidado de la salud (HDSS, por sus siglas en inglés) y (ii) toma de decisiones y planificación de políticas de la salud. Los HDSS se pueden clasificar en dos tipos (Dey, Rautaray, 2014):

- Sistemas basados en conocimiento. Poseen tres partes fundamentales: la base de conocimiento, el motor de inferencia y el mecanismo de comunicación con los usuarios. Comúnmente la base de conocimiento contiene una serie de reglas SI-ENTONCES y el motor de inferencia combina dichas reglas con los datos de los pacientes.
- Sistemas que no usan técnicas basadas en conocimiento. Este tipo de sistema principalmente analizan patrones a fin de determinar asociaciones entre síntomas y enfermedades. Ejemplos claros de estos sistemas son las redes neuronales artificiales y los algoritmos genéticos.

Generalmente los sistemas basados en conocimiento son costosos de desarrollar y mantener, por ello, nos centramos en los sistemas de soporte a la toma de decisiones basados en minería de datos. En esta línea se han desarrollado diversos trabajos, entre los cuales podemos destacar los siguientes (de acuerdo con la técnica que emplean) (Tomar y Agarwal; 2013):

- **K-Vecinos más cercanos (K-Nearest Neighbour, K-NN):** es uno de los clasificadores no paramétricos más sencillos que existen. Es capaz de descubrir datos no identificados usando datos conocidos de forma previa (Silver *et al.*; 2001). Esta técnica ha sido empleada en diversos trabajos, de los cuales podemos destacar los siguientes: (i) Jen *et al.* combinaron K-NN con Análisis Discriminante Lineal (Izenman, 2013) para realizar clasificación de enfermedades crónicas y generar un sistema de alarma temprana (2012), (ii) Shouman *et al.* desarrollaron un clasificador basado en K-NN para analizar pacientes que sufrieron infartos (2012) y (iii) Liu *et*

al. propusieron una versión de K-NN basada en lógica difusa para realizar diagnóstico de enfermedades de la tiroides (2012).

- **Árboles de decisión (Decision Trees):** son estructuras similares a un diagrama de flujo en el que cada nodo no-hoja indica una prueba en un atributo particular y cada rama denota un resultado de esa prueba y cada hoja nodo tiene una etiqueta de clase (Tomar y Agarwal, 2013). Esta técnica también ha sido empleada en el ámbito médico, verbigracia, Khan *et al.*, emplearon árboles de decisiones para predecir la supervivencia de pacientes con cáncer de mama (2008) y Chien *et al.*, propusieron un árbol híbrido universal para clasificar actividades de pacientes que tienen enfermedades crónicas. (Liru Chen *et al.*, 2012).
- **Técnicas de agrupamiento (clustering):** estas técnicas se emplean para identificar similitudes entre vectores de una o más variables (datos). Cada vector de datos dentro del mismo grupo (clúster) tiene mayor similitud en comparación con los miembros del mismo grupo en comparación con los que pertenecen a otros grupos (Silver *et al.*, 2001). En esta área se han propuesto muchas propuestas y variantes en los últimos años. Por ejemplo, Tapia *et al.* analizaron la expresión de genes empleando un nuevo enfoque de agrupación jerárquica con base en algoritmos genéticos (2009). Por otra parte, Lenert *et al.*, emplearon la técnica de agrupación K-Medias (K-Means) para realizar procesos de análisis de datos en el ámbito de los servicios de salud pública (1999), mientras que Belciug *et al.* detectan la recurrencia de cáncer de mama con ayuda de técnicas de agrupación (2010) (Lenert *et al.*, 2010).

Por todo lo expuesto anteriormente, creemos relevante contar con un proceso para clasificar situaciones de trauma que requieren de una aplicación de primera elección para estabilizar a un paciente y así no dar inicio a una posible resistencia bacteriana. Para ello, en este artículo se presenta un estudio del uso de antibióticos en un hospital público y privado del Sur de Ecuador, y con base en ello, se ha desarrollado una herramienta informática para ayudar en la recolección de datos de pacientes víctimas de eventos traumáticos y para el soporte en la toma de decisiones sobre el suministro de antibióticos.

El resto de este artículo se organiza como sigue. En la Sección 2.2 se describe el núcleo de esta investigación: la metodología empleada para conducir el estudio del uso de antibióticos en pacientes con trauma y la arquitectura de la aplicación informática de soporte a la toma de decisiones. Los resultados obtenidos desde el punto de vista estadístico y de evaluación del módulo basado en minería de datos se presentan en la Sección 2.3. Finalmente, las Secciones 2.4 y 2.5 recogen reflexiones relacionadas con la discusión y las conclusiones obtenidas luego de realizar este proceso de investigación.

2.2 Materiales y métodos

Estudio observacional, cuantitativo, descriptivo de corte transversal a todos los pacientes que sean atendidos e ingresados en un hospital público y hospital privado del Sur de Ecuador desde septiembre a noviembre del 2014. Se utilizará el método observacional y se aplicará un formulario de recolección de datos a través de una entrevista estructurada. Los datos serán procesados en el programa estadístico SPSS 15.00 versión evaluación; los resultados se presentarán en tablas simples y de doble entrada. Se utilizará las frecuencias y porcentajes para la descripción de las distribuciones.

Muestra, criterios de inclusión/exclusión y método

A continuación, se presentan los detalles relacionados con la muestra, la unidad de observación, los criterios de inclusión y exclusión y el método empleado en la investigación:

- La muestra será no probabilística consecutiva desde septiembre a noviembre del 2014.
- La unidad de análisis es en un hospital público y un hospital privado del Sur de Ecuador
- La unidad de observación está constituida por todos los pacientes atendidos y/o ingresados en los dos hospitales que cumplan con los criterios de inclusión.
- Criterios de inclusión:
 - Persona traumatizada atendida en el hospital público y hospital privado.

- Paciente que presenta síndrome de respuesta inflamatoria sistémica cuya etiología sea sospechosa de infección.
 - Persona traumatizada atendida en el hospital público y hospital privado que pueda firmar o en su lugar su representante legal el consentimiento y/o asentimiento informados.
- Criterios de exclusión:
 - Pacientes infectados que sean atendidos en los hospitales sin antecedentes de trauma.
 - Pacientes con trauma infectados y que hayan sido transferidos de otras instituciones de Salud.
 - Persona traumatizada atendida los hospitales que no desee firmar o en su lugar su representante legal no otorgue el consentimiento y/o asentimiento informados.
- Método: entrevista estructurada.
- Técnica: se utilizó la encuesta, en la cual se aplicó un cuestionario con preguntas objetivas, de los protocolos validados en el área de emergencia de la OMS.
- Instrumento de recolección de datos: el formulario constará de una lista de antibióticos sugeridos por los protocolos de atención del trauma por la OMS. Las variables base de las preguntas son las siguientes: uso de antibióticos, identificación del agente etiológico, sitio anatómico de infección y patrones de resistencia a los antibióticos en pacientes con trauma.
- Procedimientos para la recolección de información:
 - Gestionar los permisos respectivos a las autoridades de ambos hospitales para la ejecución del proyecto.
 - Solicitar la autorización pertinente para la aplicación de los formularios a los participantes de la investigación (consentimiento y asentimiento informado).
 - Revisar la historia clínica y/o registros de los pacientes participantes de la investigación.
 - Ingresar datos tomados desde la historia clínica el formulario de recolección de datos en la Tablet con un programa digital que se validó previamente.
 - Obtener datos faltantes de la historia clínica por parte de los representantes legales e ingresarlos en la aplicación móvil.

- Recabar información del médico tratante para complementar datos no registrados en la historia clínica.

Aplicación informática

Dentro de este análisis se desarrolló e implementó un sistema que permite automatizar el proceso de gestión de datos de antibióticos suministrados a los pacientes dentro de una casa de salud. En general, el sistema contribuye a que los médicos y administradores puedan acceder a la información mediante reportes y análisis de datos que son generados a través del sistema basado en minería de datos y a su vez, la información es almacenada en una base de datos centralizada. El esquema general del sistema es presentado en la Figura 2.1.

Figura 2.1

Esquema de la aplicación tecnológica para el registro y consulta de antibióticos en pacientes con trauma



Como se aprecia en la Figura 2.1, los roles o perfiles de usuarios son los que tienen acceso a la información de la institución o casa de

salud. Adicionalmente el sistema consta de varios módulos que interactúan entre sí, los mismos que se describen a continuación:

- Dentro de la capa de presentación se tiene dos sub-módulos que cumplen diferentes funciones, cabe destacar que las aplicaciones se encuentran sincronizadas mediante servicios web.
 - **Interfaz de usuario:** Permite el ingreso y presentación de formularios, estos datos son ingresados por los médicos que brindan atención al paciente con trauma. En virtud de ello, se realizó dos plataformas, una móvil que permite ingresar, consultar, eliminar y actualizar datos mediante un dispositivo móvil Androide, y una aplicación web que permite la consulta y administración de datos a través de un explorador web con conexión a internet.
 - **Datos estadísticos:** Son reportes que permiten mostrar gráficamente el uso de los antibióticos dentro de las casas de salud, por ejemplo, cuáles son los más recetados dependiendo el tipo de institución, es decir, sea pública o privada, etc. Finalmente, con el uso de técnicas de minería de datos se puede realizar un análisis semiautomático de la información almacenada con el fin de obtener un conocimiento de esta información.
- **Capa de minería de datos:** Con la adquisición de los datos, estos deben ser explotados con el objetivo de obtener un nuevo conocimiento. Es por ello, que con la utilización de diferentes técnicas de minería de dato para descubrir una nueva información de la capa de almacenamiento. Esto se detalla más adelante.
 - **Módulo de clasificación:** Se pretende encontrar las relaciones que tiene el tipo de hospital, con los antibióticos utilizados y el área hospitalaria que los recetó. Con el objetivo de encontrar qué áreas son las que generan una gran demanda de antibióticos y que tipo de antibiótico es recetado mayoritariamente.
 - **Módulo de cluster:** Se busca formar grupos relacionados con base en el tipo de trauma y dentro de ellos cuáles son los antibióticos utilizados mayoritariamente por cada hospital o centro de salud.

- **Capa de Almacenamiento:** Dentro de un servidor principal se encuentra la base de datos centralizada, la misma que permite tener toda la información de las diferentes casas de salud recopiladas por los médicos en cuanto al uso de antibióticos. Estos datos son enviados a través de los servicios web desde los clientes al servidor principal de base de datos, teniendo un respaldo local en cada dispositivo móvil.

En la Figura 2.2 se puede observar una captura de pantalla de la aplicación móvil que permite realizar la captura de la información del paciente (a fin de poder analizarla de forma posterior con el módulo de minería de datos y los clasificadores basados en técnicas de aprendizaje de máquina).

Figura 2.2

Captura de pantalla de una de las ventanas empleadas en la aplicación móvil para realizar el registro de datos del paciente con trauma

Los principales campos que registra la aplicación móvil son los que se detallan a continuación:

- Información personal.
 - Procedencia del paciente.
 - Lugar de residencia.
 - Edad, estado civil, teléfono, domicilio y número de cédula (documento de identidad nacional).
 - Familiares con los que vive.
 - Nivel de instrucción y etnia.

- Información de la condición médica:
 - Escala de Trauma Revisada (ETR) que evalúa 3 parámetros: tensión arterial, frecuencia respiratoria y escala de coma de Glasgow.
 - Destino y condición del paciente (quirófano, alta médica, etc.).
 - Traslado del paciente debido a diversos factores (falta de espacio, soporte en UCI, etc.).
 - Diagnóstico definitivo (medicación).

Descriptorios empleados

El objetivo de la capa de minería de datos es determinar qué tipo de antibióticos se pueden suministrar a determinados pacientes de acuerdo a un descriptor que caracteriza el perfil del paciente y la medicación. Con base en los datos que se han recopilado y a las sugerencias de los expertos del ámbito médico, se ha establecido el descriptor que se describe en la Ecuación 1.

$$C = \{ \text{Área}, \text{Trauma}_{\text{Tipo}}, \text{Trauma}_{\text{Zona}}, \text{Lesiones}_M, \text{Lesiones}_{NC}, \text{Antibiótico}_{\text{Tipo}} \} \quad (1)$$

Dónde:

- **Área** especifica el área hospitalaria donde fue atendido el paciente.
- C representa el descriptor de características del paciente.
- **Trauma**_{Tipo} valor binario que indica el tipo de lesión sufrida, pudiendo ser “simple” o “politrauma”.
- **Trauma**_{Zona} especifica el lugar del cuerpo donde se ha producido el traumatismo, pudiendo ser uno de los siguientes: cabeza, cuello, tórax, abdomen, hombros, antebrazo/codo, muñecas/manos, caderas/muslos, rodillas/piernas y tobillos pies.
- **Lesiones**_M valor binario que indica si existen lesiones múltiples en el paciente.
- **Lesiones**_{NC} valor binario que indica si existen lesiones no clasificadas en el paciente.
- **Antibiótico**_{Tipo} valor multivaluado que especifica el tipo de antibiótico, por ejemplo, “penicilinas”, “cefalosporinas”, etc.

Con base en este descriptor, a continuación, presentamos un ejemplo de un vector de características de un paciente real registrado por la aplicación:

$$C_1 = \{4, POLITRAUMA, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 7\}$$

Para este caso en concreto el sistema de clasificación devuelve como antibiótico sugerido: *CEFALOSPORINAS*.

Por otra parte, el registro personal del paciente se establece a través de la Ecuación 2:

$$\text{Perfil} = \{\text{edad}_{\text{años}}, \text{género}, \text{lugar}_{\text{procedencia}}, \text{lugar}_{\text{residencia}}, \text{nivel}_{\text{instrucción}}, \text{ocupación}\} \quad (2)$$

De los atributos del perfil, se trabajó únicamente con la edad y el género. Un ejemplo de un caso real de un paciente se detalla a continuación:

$$\text{Perfil}_1 = \{ 56, \text{masculino}, \text{Loja}, \text{rural}, \text{primaria}, \text{construcción} \} \quad (2)$$

Análisis de conglomerados

Por otra parte, la herramienta informática desarrollada también incluye un módulo para llevar a cabo el análisis de conglomerados, sobre la base de la agrupación jerárquica aglomerativa (Hierarchical Agglomerative Clustering, HAC). Esta técnica nos permite definir fórmulas para calcular la distancia (o disimilitud) entre 2 objetos, dados dos conjuntos de descriptores que caractericen dichos objetos (Zepeda-Mendoza y Resendis-Antonio, 2013). Para poder llevar a cabo este análisis, los autores proponen la Ecuación 3 (que puede ser ajustada de acuerdo a cualquier requerimiento desde el ámbito médico):

$$d(P_1, P_2) = \left| \frac{A(P_1) - A(P_2)}{\|A\|} \right| + \sum_{t \in TT} \text{Manh}(t(P_1), t(P_2)) + \sum_{c \in CT} \text{Manh}(c(P_1), c(P_2)) + w \cdot |AB(P_1) - AB(P_2)|$$

Dónde:

- $d(P_1, P_2)$ indica la distancia que existe entre los pacientes 1 y 2.
- $A(P_1)$, $A(P_2)$ especifican el área del hospital donde se atendió al paciente 1 y al paciente 2, respectivamente.

- $\|A\|$ es el tamaño de las áreas de los hospitales y se usa como factor de normalización.
- (TT) es un vector que contiene las áreas donde se produce el trauma (cuello, cabeza, abdomen, etc.).
- $t(P_1), t(P_2)$ indican las zonas donde se ha producido el trauma tanto para el paciente 1 como para el paciente 2.
- **Manh** es la distancia Manhattan que se calcula sobre dos elementos datos.
- (CT) es un vector de características del trauma (si es lesión múltiple o no, si es trauma o politrauma, etc.).
- $c(P_1), c(P_2)$ son las características del trauma tanto para el paciente 1 como para el paciente 2.
- $AB(P_1), AB(P_2)$ indican los tipos de antibióticos usados en los pacientes 1 y 2 (por ejemplo, penicilinas, cefalosporinas, etc.).
- w es el peso (importancia) que se establece para la diferencia de antibiótico usado entre los pacientes 1 y 2.

Con el análisis de conglomerados los expertos del ámbito médico pueden determinar qué tipo de antibióticos se emplean de acuerdo a diversos criterios, como, por ejemplo: tipo de trauma, unidad a donde se ha derivado a los pacientes, perfil del paciente, etc. Basta con establecer la ponderación apropiada en el vector de pesos y con ello se generarán de forma automática nuevos diagramas y dendrogramas.

2.3 Resultados

Los resultados obtenidos con esta investigación se organizan en dos bloques: en el primero se obtuvieron datos estadísticos del uso de antibióticos, mientras que en el segundo se emplearon técnicas de minería de datos y aprendizaje de máquina a fin de crear el módulo de soporte a la toma de decisiones.

En la Tabla 2.1, 2.2 y 2.3 se analiza en porcentajes y frecuencias el uso de la lista de antibióticos presentados en los dos hospitales, por los profesionales de esta área, siendo la prevalencia de uso el 56,35% para los antibióticos betalactámicos.

Tabla 2.1

Distribución de 181 pacientes investigados en hospitales del Sur de Ecuador, según presentación del antibiótico

Etiquetas de fila	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.1 Amikacina 500mg amp/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/	1		1,75	0,00	1	0,55
10/10.15 Cefalexina 250mg\5ml\60ml susp\oral frasco/	1	1	1,75	0,81	2	1,10
10/10.16 Cefalexina 500mg capsulas/	3	23	5,26	18,55	26	14,36
10/10.16 Cefalexina 500mg capsulas/10.34 gentamicina 160mg amp/		1	0,00	0,81	1	0,55
10/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/	22	27	38,60	21,77	49	27,07
10/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/10.34 Gentamicina 160mg amp	3	15	5,26	12,10	18	9,94
10/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/10.42 Metronidazol 500mg x 100ml (funda)amp		2	0,00	1,61	2	1,10
10/10.19 Ceftriaxona 1gr polvo sol inyect amp/	5	6	8,77	4,84	11	6,08
10/10.19 Ceftriaxona 1gr polvo sol inyect amp/10.34 Gentamicina 160mg amp/		1	0,00	0,81	1	0,55
10/10.2 Amikacina 100mg amp/		1	0,00	0,81	1	0,55
10/10.2 Amikacina 100mg amp/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/	1		1,75	0,00	1	0,55
10/10.21 Ciprofloxacino 500mg tabletas/		2	0,00	1,61	2	1,10
10/10.26 Clotrimoxazol (Sulfametoxazol+ Trimetoprima) xl00ml frasco/		1	0,00	0,81	1	0,55

Etiquetas de fila	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.3 Amoxicilina mes ecido clavulenico 1.2gr amp/		2	0,00	1,61	2	1,10
10/10.34 Gentamicina 160mg amp/	1		1,75	0,00	1	0,55
10/10.34 Gentamicina 160mg amp/10.48 otros/	1	1	1,75	0,81	2	1,10
10/10.4 Amoxicilina mes ecido clavulenico 250+62.5mg\5ml x 120ml frasco/		5	0,00	4,03	5	2,76
10/10.47 Piperacilina + tazobactam ampollas/	1	1	1,75	0,81	2	1,10
10/10.48 Otros/	17	30	29,82	24,19	47	25,97
10/10.6 Amoxicilina 500mg tabletas/		3	0,00	2,42	3	1,66
10/10.7 Ampicilina+ Sulbactam 1.5mg amp/	1	2	1,75	1,61	3	1,66
TOTAL GENERAL	57	124	100,00	100,00	181	100,00

HP: Hospital público

HPr: Hospital privado

Tabla 2.2

Distribución de 155 pacientes investigados en hospitales del Sur de Ecuador, de acuerdo al uso de antibióticos para profilaxis mono terapéutica

ANTIBIÓTICO MONOTERAPIA	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.15 Cefalexina 250mg\5ml\ 60ml susp\oral frasco/	1	1	1,96	0,96	2	1,29
10/10.16 Cefalexina 500mg capsulas/	3	23	5,88	22,12	26	16,77
10/10.17 Cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/	22	27	43,14	22,56	49	31,61
10/10.19 Ceftriaxona 1gr polvo sol inyect amp/	5	6	9,80	5,77	11	7,10
10/10.2 Amikacina 100mg amp/		1	0,00	0,96	1	0,65

ANTIBIÓTICO MONOTERAPIA	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.21 Ciprofloxacino 500mg tabletas/		2	0,00	1,92	2	1,29
10/10.26 Clotrimoxazol (sulfametoxazol+trimetoprima) xl00ml frasco/		1	0,00	0,96	1	0,65
10/10.3 Amoxicilina mes ecido clavulenico 1.2gr amp/		2	0,00	1,92	2	1,29
10/10.34 Gentamicina 160mg amp/	1		1,96	0,00	1	0,65
10/10.34 Gentamicina 160mg amp/10.48 otros/	1	1	1,96	0,96	2	1,29
10/10.4 Amoxicilina mes ecido clavulenico 250+62.5mg\5ml x 120ml frasco/		5	0,00	4,81	5	3,23
10/10.48 Otros/	17	30	33,33	28,85	47	30,32
10/10.6 Amoxicilina 500mg tabletas/		3	0,00	2,88	3	1,94
10/10.7 Ampicilina+ sulbactam 1.5mg amp/	1	2	1,96	1,92	3	1,94
TOTAL GENERAL	51	104	100,00	100,00	15	100,00

HP: Hospital público

HPr: Hospital privado

Tabla 2.3

Distribución de 26 pacientes investigados en hospitales del Sur de Ecuador, de acuerdo al uso de antibióticos combinados a una asociación de los betalactámicos con antibióticos derivados de éstos

ANTIBIÓTICOS TERAPIA COMBINADA	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.1 amikacina 500mg amp/10.17 cefazolina 1gr polvo sol inyect amp	1		16,67	0,00	1	3,85
10/10.16 cefalexina 500mg capsulas/10.34 gentamicina 160mg amp/		1	0,00	5,00	1	3,85

ANTIBIÓTICOS TERAPIA COMBINADA	Hpr	HP	%HPr	%HP	Total general	%Total general
10/10.17 cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/10.34 gentamicina 160mg amp/	3	15	50,00	75,00	18	69,23
10/10.17 cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/10.42 metronidazol 500mg x 100ml (funda) amp/		2	0,00	10,00	2	7,69
10/10.19 ceftriaxona 1gr polvo sol inyect amp/10.34 gentamicina 160mg amp/		1	0,00	5,00	1	3,85
10/10.2 amikacina 100mg amp/10.17 cefazolina 1gr polvo sol inyect amp/	1		16,67	0,00	1	3,85
10/10.47 piperacilina+ tazobactam ampollas/	1	1	16,67	5,00	2	7,69
TOTAL GENERAL	6	20	100,00	100,00	26	100,00

HP: Hospital público
HPr: Hospital privado

Por otra parte, también se realizaron pruebas de minería de datos y aprendizaje de máquina enfocada a clasificación. Estos procesos consisten en la extracción de información de un gran conjunto de datos a fin de realizar análisis que ayuden en la toma de decisiones dentro de una institución o empresa (López, C. P., 2007).

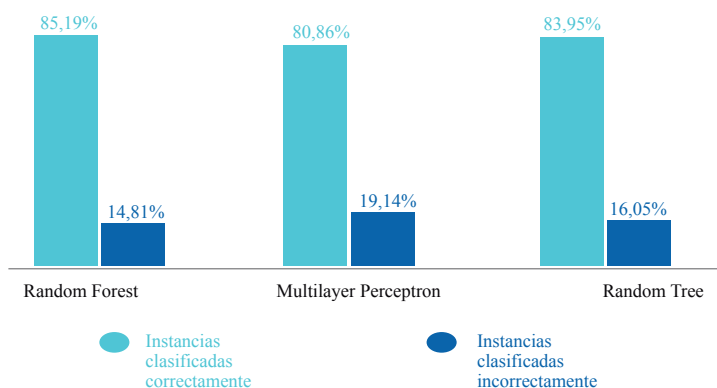
A fin de construir el módulo de soporte a la toma de decisiones, se usaron técnicas de clasificación que permiten extraer perfiles de comportamiento o clases y que tienen como objetivo construir un modelo que permita clasificar cualquier nuevo dato. También se emplearon técnicas de clustering a fin de crear automáticamente modelos, partiendo del reconocimiento de patrones (López, C. P., 2007; Witten *et al.*, 2016). En consecuencia, se procedió a realizar un estudio con los datos obtenidos del sistema de antibióticos, dentro de los cuales se analizaron las siguientes variables: *hospital, área hospitalaria, trauma cabeza, trauma*

cuello, trauma tórax, trauma abdominal, trauma hombros, trauma antebrazo/codo, trauma muñecas/manos, trauma caderas/muslos, trauma rodillas/piernas, trauma tobillos/pies, lesiones múltiples, lesiones no clasificadas en cabeza cuello y otras partes, esquema antibiótico y grupo antibiótico.

Se tomaron estas variables como entradas para el entrenamiento de las diferentes técnicas de clasificación. El objetivo fue buscar cuáles son los antibióticos más utilizados con base en la institución y al trauma presentado por el paciente. Es importante destacar que se dividieron los datos de los 181 pacientes en dos corpus, uno para entrenamiento y otro para validación, con un total del 70% y del 30% de los datos, respectivamente. En la Figura 2.3 se presentan los resultados en términos de precisión que se obtuvieron con las diferentes técnicas aplicadas de clasificación aplicadas. Con ello se buscó clasificar el tipo de medicamento suministrado a los pacientes con base en su perfil y en la información de su condición de salud.

Figura 2.3

Resultados obtenidos de técnicas de minería de datos y aprendizaje de máquina



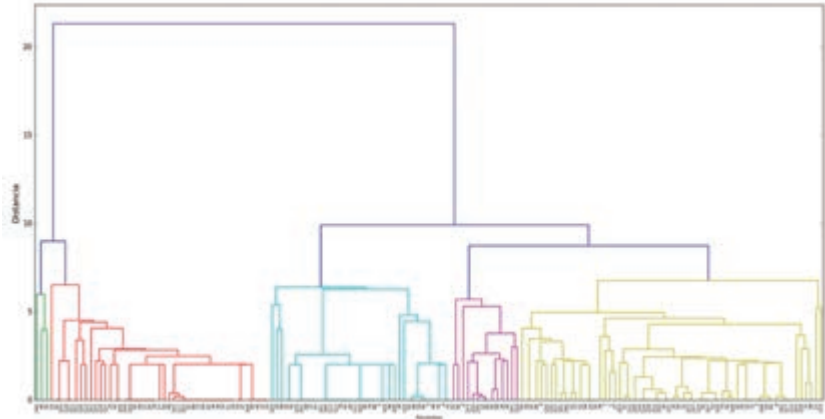
Se puede observar dentro de los análisis establecidos la técnica de mayor eficacia de clasificación fue el método Random Forest, se obtuvo como resultado un 85,19% de instancias clasificadas correctamente y un 14,81% de instancias clasificadas incorrectamente.

Por otra parte, el análisis de conglomerados muestra que existen 3 grupos claramente definidos (como se detalla en la Figura 2.4).

Con esta información, el médico puede analizar de forma sencilla las similitudes en los medicamentos y perfiles de los pacientes, de acuerdo a sus requerimientos. Las distancias entre los pacientes se calcularon empleando la distancia promedio.

Figura 2.4

Resultados del análisis de conglomerados luego de aplicar la Ecuación 3



A partir de estos resultados se establecieron las bases para desarrollar un sistema recomendado que tiene como objetivo brindar soporte en la generación de prescripciones médicas de los pacientes que sufren algún tipo de trauma con base en el hospital que lo atendió, el área de hospitalización y el tipo de trauma que presenta. Es importante mencionar que estos resultados constituyen recomendaciones iniciales, y la decisión final de emplear determinados medicamentos corresponde a los expertos en el área médica.

2.4 Discusión

En este estudio se recalca la importancia del buen uso de antibióticos, por lo que las consecuencias negativas del trauma (hablando de la patogénesis infecciosa) se dan por un mal manejo de estos y sus efectos a futuro, siendo uno de estos, el mencionado en el estudio realizado por Natalia Maldonado donde al analizar retrospectivamente el uso de an-

tibiótico, en la ciudad de Medellín, da como consecuencia la resistencia bacteriana como primer efecto en los antibióticos como la vancomicina y oxacilina, lo cual diverge en nuestro estudio en donde el mayor porcentaje de uso antibióticos es relacionado a los betalactámicos, en especial en la monoterapia (Maldonado, 2014).

El realizado por Rodríguez Manzanares, K.M & Del Socorro L, según su investigación demuestra que no existe una guía de actuación sobre los antibióticos en los traumas o emergencias con pacientes con patologías respectivas lo que se corrobora en nuestro estudio tampoco se puede evidenciar de guías existentes a más de las en forma general del uso de ciertos antibióticos (Rodríguez Manzanares K.M & Del Socorro L., 2015). La investigación de Rekalde Paredes, M.A indica que en un análisis realizado al personal de enfermería de las áreas de emergencia el 88% no siguen un protocolo de atención a pacientes con diagnóstico de emergencia, lo que se corrobora en el análisis de los profesionales médicos efectuados en nuestro estudio que es del 57% donde no efectúan una guía de algoritmo sobre el trauma (Rekalde Paredes M.A, 2015).

El trabajo realizado por Jorge S. Amador sobre el uso de antibióticos Betalactámicos en pacientes críticos evidencia que estos antibióticos deben ser los de primera decisión en terapia de antibióticos debido a su acción farmacocinética y dinámica por su efecto prolongado y su acción lenta dando hincapié para luego lograr la estabilización del paciente como sucede en nuestro estudio siendo la frecuencia del uso de estos en los dos hospitales de diferentes poblaciones pero de igual situación de emergencia (Amador, 2017).

En la investigación de Carrillo *et al.*, 2011, usó una metodología aplicada a un instrumento de medida tecnológica para el seguimiento del paciente lo que demuestra que se puede introducir la tecnología en la parte médica, lo que se corrobora con nuestro estudio con la aplicación de una técnica para medir el uso de situaciones que guían en mejora de la salud de un ser humano (Carrillo *et al.*, 2011).

Escalante-Montoya, J.C. Sime-Díaz, A&Díaz-Velez dio a conocer en su estudio la importancia del uso de los betalactámicos ya que en una situación de emergencia las heridas son expuestas, así como las entero

bacterias que son las productoras de la betalactamasa siendo combatidas con los betalactámicos de manera que en nuestro estudio se iguala ya que se usa en un 57,7% los betalactámicos como las cefalosporinas y las carbapenemas (Escalante, 2013).

El estudio realizado por Mauricio Tobar demuestra que el uso de antibióticos en el área de trauma quirúrgico en dos hospitales ya sea de atención pública como privada siguen el mismo proceso de profilaxis corroborándose con el nuestro siendo la prevalencia de atención mayor en el hospital público, por el mayor número de pacientes 124 obteniéndose el 55,65% de uso de antibióticos y en el privado por el número de pacientes menor 57 fue del 56,14% del uso de antibióticos betalactámicos en el área de emergencia (Tobar Mauricio 2017).

2.5 Conclusiones

A partir de esta investigación, se puede determinar que actualmente en hospitales del Sur de Ecuador en el área de emergencia, sigue siendo la primera elección el uso de antibióticos betalactámicos en las enfermedades de emergencia. Además, se puede evidenciar que estos antibióticos son usados en profilaxis de monoterapia y terapias combinadas para así estabilizar al paciente que ingresa al área de cuidados intensivos. Por ello, en nuestro estudio se comprueba que al igual que otros estudios realizados en el uso de antibióticos, los betalactámicos son los de primera elección para lograr la compensación de un paciente con una enfermedad de emergencia, por lo que consideramos de gran interés desarrollar una guía que contenga lineamientos para una adecuada administración del antibiótico, de modo que se evite generar resistencia a los mismos a futuro. Por otra parte, tanto la información recolectada como la herramienta informática desarrollada han ayudado a generar una primera base de conocimiento que posibilitará continuar con el desarrollo de programas de apoyo para la toma acertada de decisiones sobre el uso de antibióticos.

Por lo tanto, la profilaxis de los antibióticos en cualquier área hospitalaria debe ser decidida con cautela y dada por personal autorizado por tratarse de acciones que dan resultado al futuro con un adecuado

seguimiento de una enfermedad considerada de emergencia como es el trauma ya sea en cualquier tipo de Hospital de tercer nivel tanto público como privado.

De igual forma, se logra evidenciar que el uso de la minería de datos facilita la monitorización tanto del diagnóstico como la evolución del paciente, para de este modo mejorar la calidad de atención que se brinda al mismo. Con ello también se busca disminuir el índice de mortalidad, así como de casos en los que el paciente con trauma debe ser reingresado al hospital.

A continuación, se detallan las líneas de trabajo futura:

- Desarrollar un módulo inteligente que pueda recopilar la retroalimentación del antibiótico sugerido (por parte del médico), de modo que se pueda ajustar de forma automática la Ecuación 3 y los pesos de cada variable empleada en los sistemas de clasificación.
- Generar una base de conocimiento empleando ontologías a fin de inferir posibles tratamientos para los pacientes.
- Verificar si es posible emplear sistemas de votación (estándar y difusos) para determinar la mejor alternativa de antibiótico a suministrar al paciente.
- Incluir nuevas variables sobre la condición del paciente que permitan establecer de mejor manera si el antibiótico suministrado constituye la mejor alternativa. Estas variables podrían ser alergias, historial de resistencia, trastornos asociados (gastritis, problemas con el hígado, etc.).

2.6 Referencias

- Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., Zabarte, M., de Trauma, G. D. T., & de SEMICYUC, N. (2014). Epidemiología del trauma grave. *Medicina Intensiva*, 38(9), 580-588.
- Amador, J. S., Carrasco, J. P., Morales, Á. A., & Cortes, C. P. (2017). Evaluación terapéutica de infusiones prolongadas de antibióticos-lactámicos en el tratamiento y manejo del paciente crítico. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 5(2), 88-95.

- Cardona Vargas, F., & Pulido Daza, S. L. (2017). *Incidencia de la bacteriemia asociada a catéter venoso central y prevalencia de los diferentes factores de riesgo para la misma en el Hospital Militar Central (HOMIC) entre el año 2013 al 2015* (Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada).
- Carrillo, G. M., Chaparro Díaz, L., Barrera Ortiz, L., Pinto Afanador, N., & Sánchez Herrera, B. (2011). El blog como herramienta de soporte social para personas con enfermedad crónica. *Ciencia y enfermería*, 17(3), 137-149.
- Chico-Fernández, M., Llompart-Pou, J. A., Guerrero-López, F., Sánchez-Casado, M., García-Sánchez, I., Mayor-García, M. D. Alberdi-Odrizola, F. (2016). Epidemiología del trauma grave en España. Registro de Trauma en UCI (RETRAUCI). Fase piloto. *Medicina Intensiva*, 40(6), 327-347. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.07.011>
- Culay, Pérez, Alexis, Ferrer Tan, Ismael J., Álvarez Serrano, Esteban, Fernández Carmenates, Aymara, Ferrer Herrera, Ismael M., & Borrego Lastre, Xiomara (2017). Infecciones en pacientes con trauma craneoencefálico en el Servicio de Poli trauma: Camagüey 2013-2015. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 21(2), 246-257.
- Dey, M., & Rautaray, S. S. (2014). Study and analysis of data mining algorithms for healthcare decision support system. *Planning*, 5, 6.
- Escalante-Montoya, J. C. (2013). Características clínicas y epidemiológicas en pacientes con infección intrahospitalaria por bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido. *Rev. Perú. Epidemiol*, 17(1), 1-6.
- García Escorihuela, A. (2017). *Diseño y evaluación de la efectividad de un protocolo dirigido a la prevención de neumonía asociada a ventilación mecánica en pacientes ingresados en la UCI Neonatal del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida* (Bachelor's thesis).
- INEC, I. (2011). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Registro de Defunciones-2011.
- Izenman, A. J. (2013). Linear discriminant analysis. In *Modern multivariate statistical techniques* (pp. 237-280). Springer New York.
- Lauzurica, B. D. (2001), Sistema Informático para el control de la urgencia médica (SICUM). En *II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica*. Habana, Cuba.
- Liu, D. Y., Chen, H. L., Yang, B., Lv, X. E., Li, L. N., & Liu, J. (2012). Design of an enhanced fuzzy k-nearest neighbor classifier based computer aided diagnostic system for thyroid disease. *Journal of medical systems*, 36(5), 3243-3254.
- Lenert, L., Lin, A., Olshen, R., & Sugar, C. (1999). *Clustering in the Service of the Public's Health*.

- López, C. P. (2007). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Editorial Paraninfo.
- Maldonado, N. A., Múnera, M. I., López, J. A., Sierra, P., Robledo, C., & Robledo, J. (2014). Tendencias de la resistencia a antibióticos en Medellín y en los municipios del área metropolitana entre 2007 y 2012: resultados de seis años de vigilancia. *Biomédica*, 34(3), 433-446.
- Marín, A., Ricardo, G., Jiménez, T., Renán, G., Silva, T., Ricardo, G., & Montalvo, G. (2016). Trauma cráneo-encefálico grave en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Carlos, 8, 161-164.
- Peñañiel, P., Fernanda, K., Delgado Cabrera, G. E., Vera, E., & Marcelo, D. (2015). *Características epidemiológicas del trauma de tórax en el servicio de emergencia del Hospital Público durante el año 2013* (Bachelor's thesis).
- Rekalde Paredes, M. A. (2015). *Manejo del accidente ofídico por el personal de enfermería del servicio de emergencia del hospital provincial Francisco de Orellana de Coca. Año 2013-2014* (Bachelor's thesis, Puyo).
- Ramos, J. M. F., Zaragoza, M. G. O., Rodríguez, L. L. L., Partida, E. A. T., & Valencia, A. G. M. (2016). Interacciones farmacológicas relacionadas con la administración de antibióticos betalactámicos. *Revista ADM*, 73(5), 227-234.
- Rodríguez Manzanares, K. M., Cástor, R., & Del Socorro, L. (2015). *Conocimientos, actitudes y prácticas del personal de salud que labora en el área de emergencia de adulto del Hospital Escuela Regional Santiago de Jinotepe, sobre manejo de pie diabético, en el período comprendido del 1 Agosto al 31 Octubre del año 2015* (Doctoral disertación, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Sánchez Pino F.I. M.A. Ballesteros, et al. Calidad y registros del trauma año 2015. *Revista Elzevir Volumen 39*, 114-123.
- Silver, M., Sakata, T., Su, H. C., Herman, C., Dolins, S. B., & O Shea, M. J. (2001). Case study: how to apply data mining techniques in a healthcare data warehouse. *Journal of healthcare information management*, 15(2), 155-164.
- Tapia, J. J., Morett, E., & Vallejo, E. E. (2009). *A Clustering Genetic Algorithm for Genomic Data Mining*.
- Tomar, D., & Agarwal, S. (2013). A survey on Data Mining approaches for Healthcare. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology*, 5(5), 241-266.
- Torres Jiménez, G. R., Silva, T., Renan, G., & García Montalvo, G. R. (2016). Trauma Cráneo-encefálico Grave en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Carlos Andrade Marín. *Rev. méd. Hosp. José Carrasco Arteaga*, 161-164.
- Tobar, M. E. S., Court, D. R., & Olea, V. S. (2017). Epidemiología de la patología quirúrgica que afecta al territorio maxilofacial, tratada bajo anestesia

- general en el Hospital de Urgencia Asistencia Pública entre 2014 y 2016. *Revista Chilena de Cirugía*, 69(4), 289-296.
- Uribe, R. S., Carrero, A. F., Labrador, I., & Araque, M. (2016). Epidemiología y caracterización molecular de bacilos Gram negativos multirresistentes productores de sepsis intrahospitalaria en pacientes adultos. *Avances en Biomedicina*, 5(1), 26-37.

Capítulo 3

Recursos humanos, físicos y procesos para la atención del trauma durante el período dorado

SACOTO AGUILAR HERNÁN PATRICIO^{1, 3}
hsacoto@uazuay.edu.ec

SALAMEA MOLINA JUAN CARLOS^{1, 3}
jsalamea@uazuay.edu.ec

RODAS REINBACH EDGAR¹
ebrodas@gmail.com

MONJE ORTEGA DIANA²
dmonje@ups.edu.ec

TIMBI SISALIMA CRISTIAN^{2, 3}
ctimbi@ups.edu.ec

¹ Universidad del Azuay

² GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo
para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Colegio Americano de Cirujanos (ACS) han emitido recomendaciones respecto de los recursos físicos y humanos necesarios para la atención del paciente lesionado. La aplicación de una de estas recomendaciones (OMS) en Ecuador en 2007, mostraron debilidades importantes, pero al mismo tiempo oportunidades para el cambio. Los años han pasado y a atención del trauma ha mejorado. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar y evaluar una herramienta digital utilizada en la evaluación de los recursos físicos, recursos humanos, guías y procesos para la atención del trauma en el Sur de Ecuador durante las primeras horas luego de ocurrido, período conocido como el “período dorado”, así como revisar el estado actual de estos con la finalidad de tener un diagnóstico situacional que nos permite con-

trastarlos con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. *Métodos:* Estudio observacional, descriptivo. Se enlistan 560 variables basados en las normas de la Organización Mundial de la Salud tanto hospitalarias como pre-hospitalarias, además de las recomendaciones de la Academia Nacional de Medicina Argentina. Se construyó una herramienta digital que incluyera a estas variables. Esta herramienta fue utilizada en la evaluación prehospitalaria y hospitalaria inicialmente a manera de piloto en un Hospital de segundo nivel cercano y posteriormente en los principales centros médicos de la zona Sur de Ecuador. Se construyó una base de datos, misma que fue analizada en STATA. *Resultados.* Presentamos a SINATRA, un software basado en PC construido con 560 variables para la evaluación prehospitalaria y hospitalaria en trauma. Se evaluaron 7 hospitales, incluidos al piloto, así como a los responsables del sistema prehospitalario. *Conclusiones.* Si bien tanto el modelo de evaluación propuesto como la herramienta desarrollada presentan dificultades para su manejo más que nada por su extensión, es sin duda una buena base inicial para trabajar y perfeccionarla. Con mejoras futuras podría convertirse en una herramienta digital útil para la evaluación de la atención del trauma no solo local, sino nacional o regional y que con el tiempo bien podría ser patrocinada y difundida por la Sociedad Panamericana de Trauma.

Palabras clave: Sistemas de trauma, Cirugía global, Cirugía internacional, Trauma global.

3.1 Introducción

Considerada el Trauma como una enfermedad y como una epidemia global, ésta constituye la primera causa de muerte en la población comprendida entre 1 y 45 años. Cada día, alrededor de 16 000 personas mueren en el mundo por causas vinculadas a lesiones. Por cada persona que muere, muchas más se lesionan, terminando muchos de ellos con discapacidades severas o permanentes (Olthof, van der Vlies, & Goslings, 2017). Las lesiones suman el 16% de la carga mundial de enfermedad, y de ellas el 90% se concentra en países con ingresos medianos o bajos (Mock, C., 2004). Las razones que configuran este escenario de la salud pública, podrían dividirse en dos grandes grupos. Por una parte, la violencia social que, traducida en homicidios, suicidios y otros hechos de violencia, promueve una variedad creciente de lesiones intencionales y, por otra parte, las lesiones no intencionales, producidas en diferentes ámbitos, doméstico, recreativo, laboral, escolar, por colisiones vehiculares y caídas (Coalición Intersocietaria para la certificación y la categorización y acreditación institucional en Trauma, 2010).

Con el fin de poder establecer políticas encaminadas a un manejo más eficiente del Trauma, es imperioso conocer el estado actual de los centros responsables de la atención de esta morbilidad. Hacer un inventario y diagnóstico situacional, respecto de necesidades de personal de salud, infraestructura, equipos, insumos y procesos para la atención del trauma, tanto a nivel prehospitario como hospitalario es vital, si nuestra intención a futuro contempla intervenciones en todos los niveles que generen impacto en la sociedad y en los indicadores de salud del País.

El Ecuador, país con un nivel de ingresos económicos medios, carece de un Sistema de Trauma (Cothren, Moore, Hedegaard, & Meng, 2007) (Gwinnutt, Driscoll, & Whittaker, 2001) (Leppaniemi, 2005) (Westhoff *et al.*, 2003), de un registro de trauma y de una política pública clara que aborde a la enfermedad del trauma como una epidemia, actualmente a la cabeza de las primeras 10 causas de muerte, que diezma a nuestra población y que además genera un número importante de incapacidades secuelas. (Alberdi, García, Atutxa, Zabarte, & Trabajo, 2014). Los licenciamientos institucionales, no necesariamente contemplan la evaluación de recursos para manejar estos pacientes. Los procesos de certificación de los centros de trauma en países de ingresos altos, son complejos, y persiguen estándares de cuidado muy alto, lo que conlleva un inversión económica importante (American College of Surgeons. Committee on Trauma, 2014) (Westhoff *et al.*, 2003) (Leppaniemi, 2005) (Coalición Intersocietaria para la certificación y la categorización y acreditación institucional en Trauma, 2010). A fin de lograr una relación costo/eficiencia aceptable, tan importante como los recursos físicos y humanos, son la estandarización de procesos y guías bien definidas y dinámicas (ACS Comité de Trauma, 2012). Esto requiere de un presupuesto cómodo que permita a las instituciones mantener sus recursos funcionales en todo momento, hacer el recambio cuando sea necesario, y por sobre todo capacitar constantemente a su recurso humano en estos aspectos relacionados con el cuidado del paciente lesionado.

La presente investigación trata de responder la pregunta respecto de la situación de los recursos humanos y físicos de las instituciones de salud locales que atiende este tipo de enfermos. Utilizaremos para ello, las guías para el cuidado esencial del trauma, creadas por consenso entre

instituciones de prestigio y respeto como la OMS, la Sociedad Internacional de Cirugía y la Asociación Internacional de Cirugía de Trauma y cuidado quirúrgico intensivo. Un componente importante de la investigación, en concordancia con el grupo de trabajo de telemedicina-teletrauma, fue la creación y evaluación de un formulario automatizado mediante el cual se registró la disponibilidad de los recursos antes mencionados a través de un aplicativo informático, mismo que nos permitió tener la información digitalizada actualizada y crear una base de datos digital al instante.

3.2 Estado del arte

Desde la visión de la salud pública el trauma representa una enfermedad del desarrollo de las sociedades y una de las complicaciones de la globalización (Krug, *et al.*, 2002) (OMS, 2011),(OPS, 2016). Además de la morbi-mortalidad producida y las secuelas por el dejadas, los años de vida perdidos generan un impacto económico y social enorme. El trauma es una enfermedad predominante en la población joven, su incidencia es más alta y a la vez sus consecuencias son más devastadoras, en países de bajo y mediano ingreso, generalmente asociado a diversas condiciones como menor disponibilidad de recursos para su cuidado y además políticas leves de prevención.

Los sistemas de atención de trauma con centros especializados, fueron establecidos en servicios de salud de países de alto ingreso hace más de 30 años. La efectividad de estos centros, ha sido evaluada con resultados que muestran un beneficio en los índices de sobrevivida y minimización de las secuelas post trauma, de los pacientes atendidos en ellos. La importación directa de estos modelos, muchas veces no es posible en países de ingreso mediano y bajo, ya que su implementación requeriría una disponibilidad de recursos con la que no se cuenta en estos sitios. Un enfoque basado en la evidencia pero acomodado a la realidad de la salud pública de cada país, es necesario con el ánimo de brindar mejores oportunidades a las víctimas de lesiones traumáticas a nivel global. La OMS, dispone de una guía de recomendaciones básicas para el manejo del trauma (C. Mock, Lormand, Joshipura, & Peden, 2004), cuyo objetivo es mejorar la atención del trauma, adaptada sobre todo para paí-

ses con ingresos económicos medianos o bajos, planteando estándares básicos y alcanzables tanto a nivel pre-hospitalaria como hospitalario. (Mock C, 2004) (Sasser, 2005). La Organización Mundial de la Salud, reunió en el año 2000, un comité de expertos en cuidados del trauma, con representación de todas las áreas del mundo, incluyendo países de altos, medianos y bajos ingresos. La esencia de este proyecto, fue el establecer recomendaciones mínimas, que se deben cumplir en una institución de salud (independiente del nivel de complejidad), para brindar un cuidado apropiado del paciente víctima del trauma. A estas recomendaciones, determinadas por opiniones de expertos y basadas en evidencia científica, se les denominó: *cuidado esencial en trauma*. Estas guías de cuidado esencial, se basan adicionalmente en políticas de salud reales, que puedan ser aplicadas en la mayoría de los países, independientemente de las características del nivel de ingreso y de la complejidad del sistema. La mejor alternativa para cumplir con estos requisitos, es la búsqueda de intervenciones sencillas, con el menor tipo de tecnología disponible, pero que realicen una gran diferencia, a través de la mejoría en la organización e implementación de los manejos, especialmente relacionado con las tasas de sobrevivencia y la disminución de las secuelas (Mock, Joshipura, Goosen, & Maier, 2006) (Goosen, Morris, Kobusingye, & Mock, 2006) (Nakahara, Ichikawa, Kimura, & Yoshida, 2008).

Las 3 principales consideraciones al respecto son:

Recursos humanos: El perfil del entrenamiento enfocado a la atención del trauma, debe incluir el comportamiento dentro de ambientes urbanos y rurales. Los médicos generales que atienden trauma complejo, en niveles básicos de atención, deben tener un entrenamiento mínimo de destrezas para el manejo del trauma. La rotación de los médicos en formación de servicios de atención en trauma, al igual que el del personal de enfermería, es fundamental.

Recursos físicos: La mayoría de hospitales disponen de escasos recursos para la atención del trauma. Los hospitales de mayor afluencia de pacientes con trauma, deben tener elementos mínimos de insumos esenciales, para la atención de este tipo de pacientes; como son los recursos para manejo de vía aérea, la disponibilidad de tubos de tórax, etc. Se deben asegurar los recursos presupuestales para el mantenimiento

permanente de equipos básicos como los ecógrafos, en los centro de referencia de neurotrauma.

Recursos de procesos de organización y administración: Los tiempos de atención, la disponibilidad de recursos, de personal y la implementación de programas de aseguramiento de calidad en la prestación de los servicios, son fundamentales para lograr el éxito final del proceso. Los gobiernos nacionales, regionales y locales, deben buscar formas de implementación de políticas reales, adaptadas a sus propios recursos para una adecuada funcionalidad las 24 horas, los 365 días del año (Mock C, 2004). Existen tres principios básicos denominados, los “requerimientos del paciente de trauma”, que es un concepto extrapolable a los derechos mínimos, que tiene un paciente que es atendido por trauma, estos principios son:

1. ***Las lesiones que amenazan la vida***, deben ser apropiadamente tratadas, de manera rápida y de acuerdo a las prioridades recomendadas, para maximizar la posibilidad de sobrevivida.
2. ***Las lesiones potencialmente in-habilitadoras***, deben ser tratadas apropiadamente, para minimizar el compromiso funcional y maximizar el retorno a la independencia funcional y a la participación en la vida comunitaria.
3. ***El dolor y el sufrimiento psicológico***, deben ser minimizados.

Los procesos por los cuales se lleve al cumplimiento de estos “derechos”, pueden variar de país en país, pero lo que no se puede justificar, es que estén sujetos al nivel de ingreso de la institución que presta los servicios. Para fines de aplicación de las recomendaciones de cuidado esencial, los sitios de atención médica se clasificaron en diferentes tipos de complejidad, cuya denominación puede variar de país en país pero, que generalmente se agrupan de la siguiente forma: Hospital Básico o Rural, Hospital Regional General, Hospital de Especialidades Básicas y el Hospital Terciario o de Alta Especialidad (Sub Especializado). Para cada uno de ellos se definieron algunos recursos que de acuerdo al nivel de atención, se catalogan como Esenciales, Deseables, Posiblemente Requeridos o Irrelevantes. De esta forma, se elaboraron tablas de recomendaciones, que incluyen perfiles de entrenamiento, mejoría de rendimiento, organización de sistemas de trauma y planes de organización

hospitalaria, que deben influir de manera positiva en los modelos de atención de trauma de manera local, regional y nacional.

Esta misma matriz, determina 4 tipos de recursos que deben o no, estar disponibles en cada uno de los diferentes centros de acuerdo a su nivel de complejidad, independiente del nivel de recursos de cada región:

Esenciales: son recursos que deben estar asegurados en cada etapa del cuidado y se convierten en el denominador mínimo común, de todos los sistemas de trauma, en todas las regiones del mundo, incluyendo países con inversiones de tan solo \$3 a \$4 per cápita para salud por año.

Deseables: Son recursos que representan una capacidad de mejorar, la probabilidad de éxito en la atención del traumatizado, adicionando un costo por encima de lo presupuestado. No son elementos costo efectivos en todos los niveles y por eso mismo no se consideran esenciales. Cada país debe evaluar la posibilidad de incluirlos en sus propios planes nacionales de presupuesto de salud. De acuerdo al volumen de trauma de cada país, algunos de estos elementos pueden volverse esenciales.

Posiblemente requeridos: en algunas áreas de extrema pobreza, algunos elementos para el tratamiento del trauma deben ser distribuidos en centros de menor complejidad, por su escasa disponibilidad. Esto lleva, a que personal sin el entrenamiento apropiado deba hacer uso de estos recursos que en centros de mayor disponibilidad son realizados por personal más preparado. Estos son recursos que pueden de alguna manera, mejorar la disponibilidad de tratamientos inmediatos en áreas remotas y, se encuentra enfocado especialmente a países de bajos ingresos.

Irrelevantes: Son recursos que no necesariamente deben estar, en el centro de atención de acuerdo a su nivel de complejidad, aunque se tenga una alta disponibilidad de recursos en cada nivel (Mock, C., 2004).

Dentro de los pocos estudios realizados en países de mediano y bajo ingreso, sobre la calidad de atención del trauma, se reportan cifras tan exorbitantes como mortalidades entre 6 y 12 veces mayores en pa-

cientos politraumatizados de acuerdo a las características y los recursos del centro en donde fueron atendidos (Mock, Nguyen, *et al.*, 2006). Esto quiere decir, que si en nuestro medio, un paciente traumatizado grave, es trasladado a un centro asistencial que no cuenta con los recursos apropiados, tiene entre 6 y 12 veces más de posibilidades de fallecer, por fallas en el proceso de atención. Si bien el Ecuador se considera como un país de ingresos económicos medianos, con un PIB cercano a 6 000 dólares americanos por año (World Bank Report 2016) no deberíamos dejar de lado otras recomendaciones que plantean metas más ambiciosas, dirigidas a alcanzar estándares más elevados, como son las propuestas del Colegio Americano de Cirujanos (American College of Surgeons Committee on Trauma, 2014).

En el Ecuador, particularmente en el sur del país, durante la década de los 80 el manejo del trauma y las emergencias no estuvo contemplada como política de salud pública prioritaria (J. C. Salamea, Sacoto, & Rodas, 2014). En los años siguientes, se desarrollaron esfuerzos aislados en el país, tratando de abordar el problema por varios frentes, mediante variados programas (FASBASE, Construcción del centro de trauma, proyecto mi emergencia, SOAT-FONSAT, y SIS ECU 911) (J. C. Salamea *et al.*, 2014), sin entender que cada uno de ellos formaba una pequeña parte de un gran sistema, el Sistema de Trauma (Khetarpal *et al.*, 1999).

A finales de la década del 2000 se evaluaron aspectos relacionados con la atención básica o esencial de pacientes traumatizados en 24 unidades de salud en 7 provincias del sur de Ecuador, (5 hospitales de tercer nivel, 15 Hospitales de segundo nivel y 4 hospitales base), aplicando estas guías de consenso (Consenso de la Asociación Internacional de Trauma y Cuidados Críticos Quirúrgicos y la Organización Mundial de la Salud (IATSIC/WHO). La evaluación tomó en cuenta tres parámetros de medición: 1) entrevistas, 2) constatación in situ y 3) evidencias de campo (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010). El resultado final del estudio pudo identificar muchas debilidades en la atención de trauma, pero sobre todo la ausencia de un sistema de trauma; Además entre otras cosas se pudo identificar, la poca o nula capacitación y competencia en el manejo del paciente lesionado por parte del personal de salud, sobre todo

de las zonas rurales, lo que indujo al diseño, adaptación y ejecución de un curso de capacitación en el manejo de este tipo de pacientes en la provincia de Morona Santiago (M. B. Aboutanos *et al.*, 2007) (M. B. Aboutanos *et al.*, 2012). Con el pasar de los años, este curso evolucionó y mejoró para convertirse en la actualidad en el “Essential Trauma Course” (ETC) de la Sociedad Panamericana de Trauma, curso flexible, diseñado para todo el personal de salud que labora a nivel de Atención prehospitalaria y hospitalaria (Mata *et al.*, 2016). Como elemento importante, se reconocieron oportunidades para generar procesos correctivos y de mejoramiento de calidad.

En el año 2011 se publica un estudio tomando como base de datos la información de Consejo de Seguridad Ciudadana, respecto de la atención de las emergencias en la ciudad de Cuenca, lo que permitió hacer mapas de georeferenciación respecto de tendencias de lugares, horas, días y meses de mayor siniestralidad traumática (Sarmiento, Sarmiento, Martínez, & Salamea, 2013). Ese mismo año, se crea el Sistema Integrado de Seguridad 9-1-1 -SIS ECU 911- (Correa Delgado, 2011), como herramienta tecnológica de coordinación en seguridad y asistencia de emergencias para las provincias de Azuay y Cañar. A pesar del gran esfuerzo realizado en estos años por tener un sistema único integrado de llamadas de emergencias y tratar de optimizar los recursos humanos, materiales, infraestructura y procesos como el de comunicación, aún se siguen identificando falencias como formatos de registro inadecuados, categorización eficiente de los eventos, incremento en el tiempo de respuesta prehospitalaria, y nuevamente falta de capacitación, entre otras. Se pudieron identificar deficiencias de coordinación entre la atención prehospitalaria y la hospitalaria, debido a esquemas de alertas y flujogramas de comunicación inadecuados.

En este contexto surgieron interrogantes de investigación vigentes, una de ellas pertinente y actual, hacer un inventario diagnóstico respecto de las disponibilidad de los recursos humanos, físicos, insumos, su ministros y procesos de las instituciones de salud que reciben a este tipo de enfermos, en 6 hospitales grandes de sur del país, una vez que han pasado varios años después de la investigación realizada en el 2007.

3.3 Materiales y métodos

El presente es un estudio observacional descriptivo. La muestra estuvo constituida a nivel del pre-hospitalario por ambulancias coordinadas por el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911 (SIS ECU 911).

A *nivel hospitalario* la muestra estuvo conformada por el recurso físico y humano de los servicios de emergencia de 6 hospitales grandes del Sur de Ecuador, 2 públicos y 4 privados, mismos que atienden al 95% de la población de referencia (Sarmiento *et al.*, 2012). Estos establecimientos son considerados establecimientos de segundo y tercer nivel de atención en el Ecuador, y corresponden a Hospitales de cuidado terciario según la clasificación de las Guías esenciales para el cuidado del Trauma, GETC (Mock C, Lormand JD, Goosen J & Peden M., 2004), lo que significa que deberían tener recursos y capacidades suficientes para manejar problemas de salud, tanto médicos como quirúrgicos, referidos desde establecimientos de salud de menor complejidad, de la ciudad, la provincia, y además de otras provincias vecinas que conforman el distrito de salud número 6.

Para la recepción de información se desarrolló una plataforma tecnológica llamada “SINATRA” (Sistema Inteligente de Apoyo al Trauma), un componente de software que consistió en una aplicación de escritorio con tecnología Java™, para automatizar el registro y la extracción de los datos producto de las evaluaciones realizadas, facilitando así su posterior análisis. A nivel de arquitectura, la aplicación de escritorio maneja internamente una base de datos local, pero también implementa una interfaz de sincronización con una base de datos central, posibilitando una operatividad offline al momento del trabajo de campo por parte de los evaluadores y una sincronización luego de finalizado dicho trabajo.

A nivel funcional, la aplicación se estructuró en 4 módulos: parametrización, formularios y evaluaciones, ayuda y extracción de información, como se puede apreciar en la Figura 3.1. En el módulo de parametrización se posibilita el registro de evaluadores, instituciones a evaluarse y periodos de evaluación; *en formularios y evaluaciones* se permite el registro de las evaluaciones a levantarse según el formulario pertinente a la institución y al encuestado al momento de la encuesta; el módulo de ayuda constituye un recurso de apoyo al encuestador

para guiar la evaluación acorde a: las escalas de calificación, recomendaciones y descripciones de cada pregunta; finalmente el módulo de *extracción* con base en filtros (como periodo de evaluación, instituciones, evaluadores y formularios) permite exportar los datos a una hoja de cálculo, facilitando luego su explotación y análisis.

Figura 3.1

Arquitectura del sistema. Interfaz y módulos funcionales



Una vez configurada y parametrizada la aplicación se permite registrar las características y composición tanto del servicio de emergencia, así como de las ambulancias, siguiendo las recomendaciones de las GETC y PTCS de la OMS, para verificar la existencia de personal cualificado, ambientes apropiados, equipos médicos, medicamentos e insumos necesarios para posibilitar una adecuada atención y manejo del trauma. Con la finalidad de registrar de manera digital los datos, basados en las recomendaciones de las OMS y la CICCATED para el manejo pre-hospitalario y hospitalario, (Coalición Intersocietaria para la certificación y la categorización y acreditación institucional en Trauma, 2010), se definieron 560 indicadores, los mismos que estuvieron distribuidos y agrupados en 2 formularios, con 3 subformularios para el pre-hospitalario y 6 subformularios para el manejo hospitalario.

Las encuestas se las realizó a todas aquellas personas responsables de los servicios de emergencia y/o de la atención de los pacientes traumatizados de las entidades de salud seleccionadas, y que se encontraban presentes al momento de realizar la encuesta, durante los meses de mar-

zo, abril y mayo del año 2015. Se excluyen del estudio puestos de salud, subcentros, centros de salud, y entidades de salud privadas pequeñas en relación a la atención del trauma, con un volumen bajo en atención de pacientes lesionados.

Para el análisis se consideraron 83 de los 560 indicadores. Dichos ítems fueron considerados por consenso de los investigadores, los más relevantes para los establecimientos de salud de tercer nivel de atención, tomando como referencia los trabajos previos de Mock (Mock C, Lormand JD, Goosen J & Peden M., 2004) (C. Mock *et al.*, 2006), Arreola-Risa (Arreola-Risa *et al.*, 2006) y Aboutanos (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010), quienes aplicaron de manera similar dicha guía en países de Latinoamérica, Asia y África (C. Mock *et al.*, 2006) (Joshiyura, 2006).

Los 83 ítems mencionados fueron agrupados en 6 categorías: 1. Disponibilidad y entrenamiento y personal clave en el servicio de emergencia, 2. Conocimiento y habilidades del personal para el manejo de la resucitación, 3. Recursos físicos disponibles para resucitación aguda de traumatismos agudos, 4. Recursos físicos disponibles para manejo de lesiones específicas, 5. Suministros y servicios disponibles para la seguridad del personal de salud, y 6. Funciones administrativas y organizativas en los servicios de emergencia. Cada uno de los ítems fue evaluado y calificado por el encuestador, siguiendo una escala validada del 0 a 3 de la siguiente manera: 0 (ausente: servicio o recurso no disponible); 1 (inadecuado: disponibilidad de menos de la mitad de recursos humanos, suministros o equipamiento requeridos); 2 (parcialmente adecuado: disponibilidad suficiente, pero no total de recursos humanos, suministros o equipamiento requeridos); 3 (adecuado: disponibilidad total de recursos humanos, suministros o equipamiento requeridos (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010) (C. Mock *et al.*, 2006). La encuesta no solamente preguntaba por la presencia física del recurso en el servicio sino además tenía un componente de verificación in situ, aspectos previamente explicados a los encuestados antes de aplicar el instrumento, para minimizar la posibilidad de confusiones. Los encuestadores fueron cirujanos con entrenamiento formal en el manejo del trauma, además de experiencia superior a 10 años y previa capacitación para el manejo de los formularios y recomendaciones de la OMS.

Con toda la información registrada en SINATRA, se procedió a exportarla a una hoja de cálculo del programa MS Excel® en la que se construyó una base de datos. Esta finalmente se exportó al programa estadístico STATA® V 13 para el análisis estadístico de los datos. Los puntajes de cada ítem son presentados por cada Hospital y centro proveedor de transporte y cuidado pre-hospitalario y en forma agregada para cada tipo de establecimientos de salud (público o privado). Para el análisis de los datos, se usó estadísticas descriptivas. Para las variables cuantitativas utilizamos la media y el desvío estándar o la mediana y los rangos intercuartiles según la distribución de los datos. Para variables cualitativas utilizamos porcentajes. Se realizó una comparación entre lo ideal y lo observado. Para esta agregación se consideró el puntaje promedio de todos los establecimientos. Dado que el interés primario del estudio no es establecer asociaciones estadísticas, se reportan de manera descriptiva los puntajes obtenidos, siguiendo pautas establecidas en otras publicaciones similares que utilizaron las mismas guías de la OMS (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010) (M. B. Aboutanos *et al.*, 2007) (Arreola-Risa *et al.*, 2006) (Joshapura, 2006)(C. Mock *et al.*, 2006)(Rosales-Mayor *et al.*, 2011).

3.4 Resultados

El estudio se realizó en seis establecimientos de salud, dos públicos y cuatro privados, así como en las unidades móviles encargadas de la atención prehospitalaria.

3.4.1 Pre-hospitalario

El número de unidades móviles disponibles totalizan 37, de las cuales 2 son de tipo 3. En este nivel, se encuestó al personal operativo, médico y paramédico. En general se pudo observar que cumplen adecuada o parcialmente adecuada los procesos establecidos: activación de alerta, manejo de la escena, seguridad, manejo inicial y resucitación (vía aérea, ventilación, circulación, déficit neurológico y control hipotermia). Sin embargo, las unidades no incluyen a un médico de manera sistemática. Igualmente no se cumplen algunos procesos porque se los desconoce o por falta de destrezas: no se los hace por falta de capacitación: ej., descompresión aguja torácica, uso de parche de tres lados, manejo vía

intraósea, conocimiento sobre transfusiones, uso de tracción cutánea, toxoide tetánico entre otras.

3.4.2 Hospitalario

El promedio de atenciones mensuales por trauma en los servicios de emergencias de los hospitales de acuerdo a su filiación durante el período 2014-2015 fueron: Hospitales públicos: 384 (86,1%), Hospitales privados: 62 (13,9%). A nivel Hospitalario fueron encuestados 18 personas vinculadas directamente con la atención (Cirujano de guardia, médico residente, enfermera de turno), 3 por cada hospital. Además, fueron encuestados los directores médicos de cada institución y en veces los gerentes administrativos cuando fue necesaria información adicional. Los resultados para cada ítem de las GETC, por establecimiento y por tipo de establecimientos de salud, se muestran en las Tablas 3.1 a 3.6.

3.4.2.1 Recursos humanos y capacitación

Se puede observar en la Tabla 3.1 que la disponibilidad de personal clave para el manejo de trauma es de parcialmente adecuada a adecuada.

Todos los Hospitales cuentan con Cirujanos generales y Anestesiólogos de guardia, sin embargo solo en 1 hospital público aquellos hacen guardia presencial. En los demás hacen turnos de llamada. Solamente en los Hospitales públicos se disponen de médicos emergenciólogos, sin embargo estos se encuentran presentes solamente en horario hábil por la mañana y tarde. En el caso de Imagenólogos, Ortopedistas, Neurocirujanos e Intensivistas, disponibilidad es parcialmente adecuada, en la medida en que hacen guardias de llamada y no de presencia. En ambos Hospitales públicos sin embargo la disponibilidad de Neurocirujanos e Intensivistas es inadecuada. La disponibilidad de enfermeras es parcialmente adecuada de manera general. En casi todos hay disponibilidad permanente de residentes y/o internos. Respecto a cursos de entrenamiento como ATLS® (Advanced Trauma Life Support) y ATCN® (Advanced Trauma Course for Nurses), estos son inadecuados para el caso del ATCN® y parcialmente adecuado para el ATLS®. Solamente 1 cohorte de enfermeras de un hospital público ha tomado el ATCN®. En

tanto que los cursos ATLS® no son requisito uniforme para trabajar en las urgencias. No todos los cirujanos y especialistas encargados de manejo de trauma en estos hospitales cuentan con certificación vigente de ATLS®, BTC (Basic Trauma Course) o similar.

Tabla 3.1

Disponibilidad y entrenamiento de personal clave en el servicio de emergencia.
Respuesta por hospital y tipo de establecimiento

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Pub	Priv.
Enfermeras de emergencia	2	2	2	2	2	2	2	2
Emergenciólogo	2	2	0	0	0	0	2	0
Cirujano general	3	2	2	2	2	2	3	2
Traumatólogo	2	2	2	2	2	2	2	2
Neurocirujano	1	2	2	2	2	2	1	2
Intensivista	1	2	1	2	2	2	1	2
Anestesiólogo	3	2	2	2	2	2	3	3
Residente/interno	3	1	1	3	3	3	3	3
Radiólogo	1	2	2	2	2	2	1	2
ATLS médicos o similares	2	2	2	2	2	2	2	2
ATCN enfermeras	1	0	0	0	0	0	0	0

Calificación: 0 (ausente), 1 (inadecuado),
2 (parcialmente adecuado), 3 (adecuado)

ATLS®: Advanced Trauma Life Support

ATCN®: Advanced Trauma Course for Nurses

H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

3.4.2.2 Recursos físicos

La disponibilidad de recursos físicos necesarios para el manejo inicial del trauma está vinculada al manejo del ABCDE (Vía aérea y control de columna cervical, ventilación, circulación y control de hemorragias, déficit neurológico y exposición y control de hipotermia)(ACS Comité de Trauma, 2012). De acuerdo a la Tabla 3.2, podemos observar que la

disponibilidad de recursos esenciales para resucitación de traumatismos agudos es básicamente adecuado en todos los establecimientos. La única excepción es la disponibilidad y capacidad de transfusión sanguínea, debido a que no todas las instituciones tienen un banco de sangre, salvo las entidades públicas y una privada. Sin embargo, todas tienen capacidad para realizar donación inmediata y administración de sangre fresca. La mayoría de las entidades privadas, poseen un número de unidades limitado, almacenadas en refrigeración para casos de emergencias eventuales.

Tabla 3.2

Disponibilidad de recursos físicos esenciales y deseables para resucitación aguda del traumatismo agudos. Respuesta por hospital y tipo de establecimiento

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Pub.	Priv.
Recursos físicos esenciales								
Vía aérea Dispositivos para permeabilizar vía aérea oral o nasal (cánula de mayo o Guedel)	3	3	3	3	3	3	3	3
Dispositivos de succión	3	3	3	3	3	3	3	3
Yankauer u otra cánula de succión	3	3	3	3	3	3	3	3
Laringoscopio y tubos endotraqueales	3	3	3	3	3	3	3	3
Ventilación Estetoscopio	3	3	3	3	3	3	3	3
Oxígeno (conexiones o balones)	3	3	3	3	3	3	3	3
Tubos de tórax	3	3	2	3	2	2	3	2
Máscaras o bolsas para ventilación manual	3	3	3	3	3	3	3	3
Circulación Manguitos de presión o tensiómetros	3	3	3	3	3	3	3	3
Soluciones cristaloides endovenosas	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad de transfusión de sangre	3	3	2	3	2	2	3	2
Catéteres urinarios	3	3	3	3	3	3	3	3

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Pub.	Priv.
Determinación de hemoglobina	3	3	3	3	3	3	3	3
Recursos físicos deseables								
Respiración Pulsioxímetro	3	3	3	3	3	3	3	3
Determinación de gases arteriales	3	3	3	3	3	3	3	3
Ventilador mecánico	3	3	3	3	3	3	3	3
Circulación Monitoreo cardiaco electrónico	3	3	3	3	3	3	3	3
Determinación de electrolitos sanguíneos	3	3	3	3	3	3	3	3
Determinación de ácido láctico	1	1	1	1	1	1	1	1
Dispositivos para calentamiento de fluidos	3	3	3	3	3	3	3	3

Calificación: 0 (ausente), 1 (inadecuado),
2 (parcialmente adecuado), 3 (adecuado)

H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

De la misma manera la determinación de lactato, es inadecuada en todos los establecimientos, tanto públicos como privados. La Tabla 3.3 muestra que el manejo de la resucitación aguda mediante el conocimiento de técnicas, y las habilidades tanto básicas como avanzadas es adecuado en todos los establecimientos. En este punto es importante señalar que en los Hospitales en donde se mantienen guardias de llamada, los residentes asistenciales son capaces de realizar las maniobras básicas. Las maniobras avanzadas para el control de la vía aérea, y ventilación, como la colocación de tubos torácicos, son siempre realizadas por los Cirujanos de llamada, quienes generalmente en promedio acuden al servicio de urgencias de su Hospital en 15 a 20 minutos.

Tabla 3.3

Manejo de resucitación: Conocimiento y habilidades del recurso humano.
 Respuesta por promedio de hospital y tipo de establecimiento

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr. 3	H.Pr. 4	Púb.	Priv.
Vía Aérea								
Básico: Maniobras manuales/asistencia/succión	3	3	3	3	3	3	3	3
Avanzado: Intubación endotraqueal/cricotiroidotomía	3	2	2	2	2	2	2	2
Ventilación:								
Evaluación y Administración de Oxígeno	3	3	3	3	3	3	3	3
Tratamiento de neumotorax	3	2	2	2	2	2	2	2
Circulación Evaluación de shock	3	3	3	3	3	3	3	3
Control: compresión externa/ferulización/vendaje	3	3	3	3	3	3	3	3
Resucitación del shock: Fluidos/Sangre/Acceso	3	3	3	3	3	3	3	3

Calificación: 0(Ausente); 1(Inadecuado);

2(Parcialmente adecuado); 3(Adecuado) H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

Todas las instituciones encuestadas, responden adecuadamente con su personal para el manejo del choque, el que incluye diagnóstico y tratamiento básico mediante el control del sangrado por compresión externa, ferulización y vendaje cuando este es necesario. Ningún centro dispone de pantalón anti-choque, y maneja temporal e inicialmente las

fracturas pélvicas inestables mediante vendaje pélvico. Todas las instituciones están en la capacidad de realizar la resucitación aguda con cristaloides, así como el monitoreo de la respuesta y la corrección de eventuales complicaciones. En todas está garantizada la competencia de colocar vías venosas periféricas percutáneas, y factible realizar venodisección por parte del cirujano de llamada en caso de ser necesario, así como la colocación de vías centrales en casos seleccionados.

La utilización de soluciones cristaloides es generalizada. En ningún Hospital se practica el acceso intraóseo. Todas las instituciones están en capacidad de realizar tamizaje para VIH, y Hepatitis B y C. Todas las instituciones cuentan con las condiciones para hacer monitoreo básico y avanzado del choque y su respuesta a la administración de fluidos y medicamentos, excepto la medición de lactato sérico. Todas las instituciones están en la capacidad de hacer diagnóstico diferencial de los diferentes estados de choque y su tratamiento específico. Todos reconocen a la hipotermia como una complicación del trauma y estado de choque, saben cómo reconocerla y cómo tratarla. No se evidencian ningún tipo de escalas o tablas para el cálculo de dosis pediátricas en todas las instituciones.

3.4.2.3 Recursos para el manejo de lesiones específicas

Tanto los recursos físicos como los humanos, con conocimientos y destrezas son adecuados o parcialmente adecuados en todos los centros para el manejo de lesiones específicas de cabeza, cuello, tórax, abdomen, extremidades y quemaduras (Tabla 3.4). Los recursos físicos esenciales son adecuados en todos los centros, salvo por los procedimientos ortopédicos en los hospitales públicos, mismos que son parcialmente adecuados por no disponibilidad de insumos y ortopedistas las 24 horas. Igualmente es inadecuada o parcialmente adecuada la dotación de radiología portátil e intensificador de imágenes en el Hospital que atiende la mayoría de los casos de trauma. La capacidad operativa para manejar lesiones de columna es inadecuada en los hospitales públicos, por falta de recurso humano permanente o que atienda turnos de llamada. El manejo agudo de las quemaduras es adecuado en todos los centros. Respecto de recursos deseables para el manejo de lesiones específicas, todos disponen de tomografía axial computada (TAC), la capacidad operativa neuroquirúrgica en los hospitales públicos es limitada. No se

practica control de la presión intracerebral (PIC) en ningún Hospital. El uso de angiografía para lesiones de cuello es parcialmente adecuado en la mayoría de las instituciones. Pocos centros practican autotransfusión, y la capacidad operativa para toracotomía avanzada aguda es limitada en algunos centros, por la falta de disponibilidad de cirujanos cardiotorácicos y prótesis. Solamente un centro tiene un equipo portátil de US, y realiza FAST de manera parcialmente adecuada.

Tabla 3.4

Disponibilidad de recursos fijos esenciales para manejo de lesiones específicas.
Respuesta por hospital y tipo de establecimiento

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr. 2	H.Pr.3	H.Pr.4	Púb.	Pri.
Recursos fijos esenciales								
Cabeza								
Reconocimiento de estado de alerta alterado; signos lateralización	3	3	3	3	3	3	3	3
Prevención de lesión secundaria (fluidos, oxígeno) evitando sobrehidratación	3	3	3	3	3	3	3	3
Cuello								
Radiografía de Contraste para lesiones esofágicas.	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad operativa para lesiones de cuello.	3	3	3	3	3	3	3	3
Tórax								
Capacidad operativa para toracotomías inmediatas	3	3	3	3	3	3	3	3
Abdomen								

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Púb.	Pri.
Lavado diagnóstico peritoneal	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad operativa para laparotomías	3	3	3	3	3	3	3	3
Extremidades								
Capacidad operativa para lesión de extremidades/síndrome compartimental	3	3	3	3	3	3	3	3
Instrumental de inmovilización básico	3	3	3	3	3	3	3	3
Tracción esquelética	2	2	3	3	3	3	2	3
Fijación externa	2	2	3	3	3	3	2	3
Fijación interna	2	2	3	3	3	3	2	3
Rayos x	3	3	3	3	3	3	3	3
Rayos x portátil	1	3	3	3	3	3	2	3
Intensificador de imágenes	2	3	3	3	3	3	2	3
Columna								
Evaluación y reconocimiento de presencia o riesgo de lesión espinal	3	3	3	3	3	3	3	3
Inmovilización; Collar cervical; Tabla espinal	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad operativa de manejo de lesiones de columna	1	2	3	3	3	3	1	3
Quemaduras y heridas abiertas								
Vendajes con anti-bióticos tópicos	3	3	3	3	3	3	3	3
Injerto de piel	3	3	3	3	3	3	3	3

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr. 2	H.Pr.3	H.Pr.4	Púb.	Pri.
Profilaxis de Tétanos (toxoides y antisueros)	3	3	3	3	3	3	3	3
Medicamentos	3	3	3	3	3	3	3	3
Recursos físicos deseables								
Cabeza								
Tomografía axial computarizada	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad operativa para neurocirugía	1	3	3	3	3	3	1	3
Monitoreo de presión intracraneal	1	1	1	1	1	1	1	1
Cuello								
Angiografía	2	2	3	3	2	3	2	3
Tórax								
Autotransfusión	2	1	1	1	1	1	2	1
Capacidad operativa para toracotomías avanzadas**	1	2	3	3	3	3	2	2
Abdomen								
Ultrasonografía o ecografía (FAST)***	1	1	1	1	2	1	1	1

* Resección pulmonar, reparación de laceraciones cardíacas, control de sangrado de pared torácica

** Reparación de grandes vasos usando prótesis

*** Focused abdominal sonographic exam for trauma

Calificación: 0(Ausente); 1(Inadecuado); 2(Parcialmente adecuado); 3(Adecuado)

H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

3.4.2.4 Suministros y servicios de seguridad para el personal de salud

En general, los entrevistados consideraron que hay disponibilidad suficiente, aunque no total, de los suministros y servicios de seguridad para el personal de salud, tanto en los centros públicos como en los privados (Tabla 3.5). Debe enfatizarse que se percibió un déficit sistemático, tanto en establecimientos de salud privados y públicos, en lo que respecta a disponibilidad de gafas o lentes de seguridad. El entrenamiento del personal en temas de bioseguridad no se consideró adecuado, y la disponibilidad de profilaxis antirretroviral fue calificada como inadecuada en la mayoría de establecimientos de salud, excepto en los públicos.

Tabla 3.5

Disponibilidad de suministros y servicios para la seguridad del personal de salud.
Respuesta por hospital y tipo de establecimiento

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Pub.	Priv.
Entrenamiento en bioseguridad	1	1	1	1	1	1	1	1
Guantes	3	3	3	3	3	3	3	3
Gafas o lentes de seguridad	1	1	2	1	2	1	1	1
Depósito de desperdicios biológicos y objetos cortopunzantes	3	3	3	3	3	3	3	3
Profilaxis antirretrovirales post-exposición*	3	3	1	1	1	1	3	1

* Recurso deseable, el resto son esenciales

Calificación: 0 (ausente), 1 (inadecuado), 2 (parcialmente adecuado), 3 (adecuado)

H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

3.4.2.5 Funciones administrativas y organizacionales

Las funciones administrativas y organizacionales en los servicios de emergencia se consideran como mayoritariamente ausentes o inadecuadas en los siete ámbitos, independientemente del establecimientos de salud (Tabla 3.6).

Tabla 3.6

Aspectos administrativos y organizativos en los servicios de emergencia.
Respuesta por hospital y tipo de establecimiento.

	Hospital						Tipo de establecimiento	
	H.P.1	H.P.2	H.Pr.1	H.Pr.2	H.Pr.3	H.Pr.4	Pub.	Priv.
Programa de mejoramiento de la atención del trauma	2	0	0	0	0	0	1	0
Casos de trauma integrados dentro de un programa extenso de mejoramiento de calidad	2	0	0	1	0	0	1	0
Registro de traumas con ajuste por severidad	1	0	0	0	0	0	0	0
ATLS o equivalente	2	2	2	2	2	2	2	2
TNCC o equivalente	1	0	0	0	0	0	0	0
Programas de educación médica continua	1	1	1	1	1	1	1	1
Equipos de trauma con roles preasignados en casos de resucitación aguda	2	1	1	1	1	1	1	1

Calificación: 0 (ausente), 1 (inadecuado), 2 (parcialmente adecuado), 3 (adecuado)

H.P.: Hospital público

H.Pr.: Hospital privado

3.5 Discusión

El propósito del presente estudio, fue evaluar la utilidad de un aplicativo informático, que incorpora las guías de cuidado esencial en trauma de la OMS/IATSIC utilizado durante evaluación pre hospitalaria y hospitalaria en 6 hospitales grandes del sur de Ecuador, respecto de su capacidad para la atención del trauma. Como se describe en el trabajo presentado por Mock y colaboradores (C. Mock *et al.*, 2006), lo más importante de la aplicación de las guías para cuidado básico del trauma, es el poder disponer de una fotografía panorámica, que permita hacer los acercamiento necesarios del sistema de atención del trauma en todos sus eslabones, resaltando las fortalezas, pero sobre todo identificando sus deficiencias, debiendo ser identificadas las que pueden ser mejoradas a corto y mediano o largo plazo.

El 86% de los pacientes lesionados son atendidos en hospitales públicos. El manejo inicial, es el componente principal del personal que atiende en las ambulancias y en los servicios de emergencia. El presente estudio muestra deficiencias en la dotación de cierto tipo de recursos humanos (Traumatólogos, neurocirujanos, intensivistas, radiólogos). En la mayoría de las instituciones el contacto inicial es realizado por médicos generales y luego por los especialistas que responden al llamado, siendo influenciada la calidad de la atención por el horario al que este se desarrolle; sólo en una institución pública el primer contacto es realizado por residentes de postgrado apoyados por especialistas en trauma que se encuentra en el hospital a toda hora. Las guías GETC (Mock, C., Lormand, J.D., Goosen, J., & Peden, M., 2004) plantean que la capacitación del personal de salud para la atención de los heridos de traumatismos es primordial, ya que muchos de los componentes evaluados por esta guía requieren de las destrezas de dicho personal. Al aspecto hay un cambio respecto de la evaluación en el 2007, pues cursos como ATLS® o el BTC se han ofertados a un número importante de profesionales en estos últimos años. La capacitación de enfermeras sin embargo en el manejo de traumas, según lo respondido por los encuestados, no se encuentra bien implementada en casi ninguno de los establecimientos de salud.

La dotación de recursos físicos y suministros para el manejo inicial tanto en el prehospitalario como en el hospitalario son adecuadas

de manera universal, exceptuando la capacidad para transfusiones y las mediciones séricas de lactato. Entendido a la evaluación primaria y la resucitación inicial durante el período dorado como procesos, de manera general se objetivan conocimientos sólidos para la atención de la vía aérea con control de la columna cervical, la ventilación, la circulación con control de hemorragia y manejo inicial del choque, el déficit neurológico y la hipotermia. No así en la aplicación de todas las habilidades técnicas para el control de estos, siendo necesario para cumplir este cometido la presencia física del especialista (Intubación endotraqueal-colocación de tubo torácico). Hubo una percepción generalizada de déficit en la disponibilidad de los dispositivos de calentamiento de fluidos, utilizados para prevenir o revertir la hipotermia. Este déficit es preocupante, dado que el manejo de la hipotermia es una prioridad.

Se evidenció en todos los casos una implementación parcialmente adecuada de suministros para medidas de protección. La disponibilidad de gafas o lentes de seguridad y batas impermeables que son un recurso considerado como esencial y de fácil implementación, es inadecuada en todos los establecimientos de salud estudiados. El déficit global observado en la implementación de programas de mejoramiento, del registro de los traumas y en la organización del personal, indica que las carencias no son observadas únicamente a nivel de disponibilidad de recursos o insumos, sino que también existen deficiencias de organización que requieren distintas estrategias para su mejora. El mejoramiento de estas funciones dentro de un servicio de emergencia, tal y como ha sido descrito, puede conllevar a la disminución de la mortalidad y por ende constituye una intervención prioritaria en el proceso de fortalecimiento de los sistemas de salud, aunque también se debe tomar en cuenta el costo que representa y la necesidad de disponer de personal específico para estas actividades, como se relata en otros artículos (Arreola-Risa *et al.*, 2006) (C. Mock *et al.*, 2006).

De esta manera nuestro estudio nos permitió obtener la percepción de los responsables de las diferentes instituciones, respecto de la disponibilidad real de recursos y capacidades de los servicios de emergencia para atender víctimas del trauma. Revela algunas diferencias, tanto en la implementación como en la disponibilidad de recursos humanos y de

su capacitación, de recursos físicos, suministros y programas de control de calidad, y de funciones administrativas y organizativas, tanto en los establecimientos de salud públicos como en los privados. Es importante resaltar que son limitaciones sistemáticas, independientemente del tipo de establecimiento (público o privado) lo constituyen las funciones administrativas y organizativas de los servicios de emergencia evaluados, como la ausencia de registros de trauma y procesos de control de calidad de la atención del trauma.

3.6 Conclusiones

Evaluar los servicios de emergencia, basados en pautas diseñadas para promover mejoras en el proceso de atención de personas que sufren traumas, y que pueden ser aplicadas a nivel mundial bajo cualquier condición, nos permite identificar las oportunidades para establecer mejoras en las capacidades para el manejo de trauma en nuestro medio. La evidencia generada en el presente estudio indica que muchos aspectos asequibles y sostenibles pueden ser mejorados en varios de los establecimientos de salud estudiados. Esta evidencia puede guiar evaluaciones de necesidades en otros establecimientos de salud del Ecuador.

3.7 Referencias

- Aboutanos, M. B., Mora, F. E., Nicholson, B., Lovelady, J., Dhindsa, H., Mata, L. V., ... Ivatury, R. R. (2012). Trauma Course for an Aerial Medical Transport System in the Amazon Rainforest of Ecuador. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 1(April), 1-5. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1001>
- Aboutanos, M. B., Mora, F., Rodas, E., Salamea, J., Parra, M. O., Salgado, E., ... Ivatury, R. (2010). Ratification of IATRIC/WHO's guidelines for essential trauma care assessment in the south american region. *World Journal of Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s00268-010-0716-9>
- Aboutanos, M. B., Rodas, E. B., Aboutanos, S. Z., Mora, F. E., Wolfe, L. G., Duane, T. M., ... Ivatury, R. R. (2007). Trauma education and care in the jungle of Ecuador, where there is no advanced trauma life support. *The Journal of trauma*. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318031b56d>
- Aboutanos, M., Risa, C. A., Rodas, E. B., Mock, C. N., & Esposito, T. J. (2009). Implementación y desarrollo de sistemas de atención en trauma en

- América Latina. En R. Ferrada & A. Rodríguez (Eds.), *Trauma* 2°, 850. Bogotá: Distribuna.
- ACS Comité de Trauma (2012). *Soporte Vital Avanzado en Trauma para Médicos - ATLS* (8ª ed.). Chicago: Colegio Americano de Cirujanos.
- Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., Zabarte, M., & Trabajo, G. De. (2014). Epidemiología del trauma grave. *Medicina Intensiva*, 38(9), 580-588.
- American College of Surgeons. Committee on Trauma. (2014). *Resources for optimal care of the injured patient*. (M. F. Rotondo, Ed.).
- Arreola-Risa, C., Mock, C., Vega Rivera, F., Romero Hicks, E., Guzmán Solana, F., Porras Ramírez, G., ... de Boer, M. (2006). Evaluating trauma care capabilities in Mexico with the World Health Organization's Guidelines for Essential Trauma Care publication. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 19(2), 94-103. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892006000200004>
- Astudillo, R., Salamea, J. C., Crespo, P., & Salamea, P. (2007). Trauma, diez años de experiencia, Hospital Vicente Corral Moscoso. *Revista Trauma de la Sociedad Ecuatoriana de Trauma*.
- Coalición Intersocietaria para la certificación y la categorización y acreditación institucional en Trauma, E. y D.-C. (2010). *Categorización de centros para la atención del paciente traumatizado en la República de la Argentina. Primer Consenso*. Buenos Aires.
- Correa Delgado, R. (2011). Decreto Ejecutivo N° 988.
- Cothren, C. C., Moore, E. E., Hedegaard, H. B., & Meng, K. (2007). Epidemiology of urban trauma deaths: a comprehensive reassessment 10 years later. *World Journal of Surgery*, 31(7), 1507-11. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9087-2>
- Goosen, J., Morris, P., Kobusingye, O., & Mock, C. (2006). Advancing essential trauma care through the partner organizations: IATSIC, ISS-SIC, and WHO. *World Journal of Surgery*, 30(6), 940-945. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-0767-5>
- Gwinnutt, C. L., Driscoll, P. A., & Whittaker, J. (2001). Trauma systems. State of the art. *Resuscitation*, 48(1), 17-23. [https://doi.org/10.1016/S0300-9572\(00\)00314-2](https://doi.org/10.1016/S0300-9572(00)00314-2)
- Jeffery, H. F., Hurtubise, a., & Ross, J. T. (1986). Trauma care. *Canadian Journal of Surgery. Journal Canadien de Chirurgie*, 29(3), 147.
- Joshiyura, M. (2006). Guidelines for essential trauma care: Progress in India. *World Journal of Surgery*, 30(6), 930-933. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-0765-7>
- Khetarpal, S., Steinbrunn, B. S., McGonigal, M. D., Stafford, R., Ney, A. L., Kalb, D. C., ... Rodriguez, J. L. (1999). Trauma faculty and trauma team

- activation: impact on trauma system function and patient outcome. *The Journal of Trauma*, 47(3), 576-81.
- Krug, E. G., & et al. (2002). Public health The world report on violence and health. *The Lancet*, 360, 1083-1088.
- Leppaniemi, A. (2005). Trauma systems in Europe. *Current Opinion in Critical Care*, 11(6), 576-579. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/01.ccx.0000186918.00382.58>
- Mata, L. V, Mora, F. E., Quiodettis, M., Fischer, J., Machain, G. M., Salamea, J. C., ... Aboutanos, M. B. (2016). Panamerican Trauma Society Basic Trauma Education Course Administration in Resource-limited Areas. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 5(2), 83-87. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1149>
- Mock, C., Lormand, J., Joshipura, M., & Peden, M. (2004). *Guidelines for essential trauma care*. *World journal of surgery* (Vol. 30). Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Mock, C. N., Adzotor, K. E., Conklin, E., Denno, D. M., & Jurkovich, G. J. (1993). Trauma outcomes in the rural developing world: comparison with an urban level I trauma center. *The Journal of trauma*, 35(4), 518-23. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8411273>
- Mock, C., Nguyen, S., Quansah, R., Arreola-Risa, C., Viradia, R., & Joshipura, M. (2006). Evaluation of Trauma Care capabilities in four countries using the WHO-IATSIC Guidelines for Essential Trauma Care. *World journal of surgery*, 30(6), 946-56. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-0768-4>
- Mock C, et al. (2004). *Guidelines for essential trauma care*. World Health Organization.
- Mock, C., Joshipura, M., Goosen, J., & Maier, R. (2006). Overview of the Essential Trauma Care Project. *World journal of surgery*, 30(6), 919-29.
- Nakahara, S., Ichikawa, M., Kimura, A., & Yoshida, K. (2008). The potential for essential trauma care to empower communities and tackle inequities. *World Journal of Surgery*, 32(6), 1203-7.
- Olthof, D. C., van der Vlies, C. H., & Goslings, J. C. (2017). Evidence-Based Management and Controversies in Blunt Splenic Trauma. *Current Trauma Reports*, 3(1), 32-37. <https://doi.org/10.1007/s40719-017-0074-2>
- OMS (2011). *Estadísticas sanitarias mundiales*. Francia: Organización Mundial de la Salud.
- OPS (2016). *La seguridad vial en la región de las Américas*. Recuperado a partir de http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/Road_Safety_PAHO_Spanishv2.pdf?ua=1
- Rosales-Mayor, E., Miranda, J. J., Lema, C., López, L., Paca-Palao, A., Luna, D., ... Piat, E. (2011). Recursos y capacidades de servicios de emergencia para atención de lesiones por traumas en Perú. *Cadernos de*

- Saúde Pública*, 27(9), 1837-1846. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000900017>
- Salamea, J. C., Sacoto, H., & Rodas, E. B. (2014). Trauma y emergencias en el sur del Ecuador. Historia, realidad y perspectivas. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 3(2), 73-75. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1091>
- Salamea, J., Castro, S., Andrade, N., Abril, F., & Andrade, J. (2013). La Liga de Trauma y Emergencias del Ecuador. *Ateneo Revista Oficial del Colegio de Médicos del Azuay*, 15(2), 17-18.
- Sarmiento, G., Sarmiento, V., Martínez, F., & Salamea, J. (2013). Accidentalidad de adulto mayor en Cuenca según centro de seguridad ciudadana 9-1-1, 2011. *Ateneo, Revista Oficial del Colegio de Médicos del Azuay*. Cuenca.
- Sasser, S. *et al.* (2005). *Prehospital trauma care systems*. World Health Organization. Geneva. <https://doi.org/ISBN:924159294X>
- Westhoff, J., Hildebrand, F., Grotz, M., Richter, M., Pape, H., & Krettek, C. (2003). Trauma care in Germany. *Injury*, 34(9), 674-683. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(03\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(03)00147-5)

Capítulo 4

Herramienta digital automatizada para la evaluación de recursos durante la atención de trauma en hospitales

SALAMEA MOLINA JUAN CARLOS^{1,3}
jsalamea@uazuay.edu.ec

SACOTO AGUILAR HERNÁN PATRICIO^{1,3}
hsacoto@uazuay.edu.ec

SERRANO BÉJAR LEONARDO ALFREDO³
lasb91@gmail.com

ORDÓÑEZ RÍOS MÓNICA CAROLA³
monica.ordonez@cedia.org.ec

QUISI PERALTA DIEGO^{2,3}
dquisi@ups.edu.ec

MONJE ORTEGA DIANA²
dmonje@ups.edu.ec

CAPÓN ALBARRACÍN MARCO^{2,3}
marco1989delrio@gmail.com

TIMBI SISALIMA CRISTIAN^{2,3}
ctimbi@ups.edu.ec

¹ Universidad de Azuay

² GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo
para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

Luego de realizar un análisis profundo basado en las recomendaciones de la OMS y tomando en cuenta los criterios de otras organizaciones en relación a la atención del trauma. Se sometió a discusión por parte de expertos de la SPT y por último se analizó las dificultades que se ha tenido en países de medianos y bajos ingresos para su aplicación; todo esto ayudó para estructurar un listado de variables reducido de 168 divididas en cuatro grupos, con lo que se estructuró un software para evaluación hospitalaria (EvaHos) en inglés, multiplataforma con la fortaleza de centralizar las respuestas independientemente de la conectividad, lo que favorece la evaluación y sobre todo la elaboración de un informe. *Métodos:* Trabajo observacional, descriptivo. Se construyó una herramienta llamada EvaHos (evaluación hospitalaria) software basado en 168 variables agrupados en cuatro ventanas desplegables, sugeridas luego de un análisis bibliográfico y sometido a discusión de expertos en el área de trauma, con lo que se realizó un pilotaje en dos hospitales que atienden trauma. *Resultados:* Listado de 168 variables divididas en cuatro grupos. Software multiplataforma que no requiere conexión a internet todo el tiempo. Percepción de los expertos a la hora de aplicar el EvaHos en dos hospitales que atienden trauma. Evaluación de los dos hospitales. *Conclusiones:* Aún falta mucho por discutir, sobre todo en los países de medianos y bajos ingresos para definir lo que debe tener como esencial un hospital para el manejo del trauma, pensando en disminuir morbilidad y mortalidad; cuando nuestro país aún tiene sistemas muy rudimentarios en relación al trauma, sin control de calidad o registros adecuados que permitan medir el impacto de la atención o de las políticas. Pero esta será una herramienta útil para evaluadores y para hospitales para realizar evaluaciones y sobre todo emitir recomendaciones. Nuestra propuesta fue disponer de un listado o conjunto de variables que discriminan y determinan la realidad de un Hospital en cuanto a recursos en hospitales que atienden pacientes traumatizados; y mediante esto la creación de una herramienta digital automatizada para la evaluación de recursos durante la atención del trauma en hospitales, la misma que facilite el proceso de evaluación, así como el informe escrito del mismo.

Palabras clave: Atención esencial del trauma, directrices de la OMS, centros de trauma.

4.1 Introducción

El trauma es una enfermedad, definida como traumatismos, envenenamientos y lesiones de causa externa según el Código Internacional de Enfermedades (CIE-10) capítulo XIX S00–T98 (World Health Organization., 2004). Considerada en la actualidad como un problema de salud pública a nivel mundial; debido a la mortalidad y la discapacidad que causan las lesiones, repercutiendo en la sociedad con años de vida perdidos, la carga social producto de las secuelas y el gasto monetario para el manejo de la morbilidad y complicaciones (Committee on Trauma, 2014).

Las lesiones en el cuerpo se producen secundarias a la exposición a los diferentes tipos de energía, estas pueden ser intencionales (homicidios, suicidios o como consecuencia de la violencia) o no intencionales (caídas, accidentes de tráfico, accidentes laborales) (American College of Surgeons. Committee on Trauma, 2008).

Nuestra propuesta fue disponer de un listado o conjunto de variables que discriminan y determinan la realidad de un Hospital en cuanto a recursos en hospitales que atienden pacientes traumatizados; y mediante esto la creación de una herramienta digital automatizada para la evaluación de recursos durante la atención del trauma en hospitales, la misma que facilite el proceso de evaluación, así como el informe escrito del mismo.

4.2 Estado del arte

Varias organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) (Mock C, Lormand JD, Goosen J, Joshipura M, Mock, Lormand, Joshipura, & Peden, 2004), el Comité de Trauma del Colegio Americano de Cirujanos (COT-ACS) (Committee on Trauma, 2014), la Sociedad Panamericana de Trauma (S.P.T.) (Michel Aboutanos, Risa, Rodas, Mock, & Esposito, 2009), La Academia Nacional de Medicina - Argentina (Academia Nacional de Medicina, 2010), han tratado de definir los lineamientos mínimos para el manejo óptimo del trauma, tanto a nivel de recursos humanos, infraestructura, organización e implementación, todo con la finalidad de una atención adecuada con lo que se evitarían las complicaciones, disminuir la discapacidad y bajar la mortalidad.

Se han aplicado las normas publicadas por la OMS. en “Guidelines For Essential Trauma Care” en varios países como México (Arreola-Risa *et al.*, 2006), Vietnam, India y Ghana (Mock *et al.*, 2006), con la idea de encontrar una estandarización y aplicabilidad. Se han detectado varias dificultades para la evaluación de estas recomendaciones sobre todo en relación con los sistemas de salud y los recursos de cada país. Este ensayo también se realizó en nuestro país, en 7 provincias del sur de Ecuador, en 5 hospitales provinciales y 15 unidades operativas entre hospitales básicos y centros de salud (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010).

Los problemas que se han detectado para la aplicación de las recomendaciones de la O.M.S. publicadas en la “Guidelines For Essential Trauma Care”, entre otras son, el gran número de variables a ser revisadas (260), la necesidad de utilizar expertos en el manejo del trauma para la aplicación de las guías durante la evaluación de las unidades operativas de salud que atienden trauma; y por último la dificultad y el tiempo requerido para emitir un informe escrito para brindar las recomendaciones dirigidas al área administrativa y médica de un hospital, como lo que se puede proyectar un plan de mejoras (Mock *et al.*, 2006).

No existe una herramienta digital similar o algún tipo de herramienta que ayude a digitalizar la información para facilitar la evaluación o sistematización de los datos durante la evaluación de un hospital que atiende trauma.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Variables de evaluación

Para el presente estudio se realizó un análisis a profundidad de las 260 variables planteadas por la OMS que se utilizan para evaluar un hospital que atiende trauma (Mock C, Lormand JD, Goosen J, Joshipura M. *et al.*, 2004), además se realizó una revisión bibliográfica de los artículos publicados en relación a experiencias al aplicar las recomendaciones de la OMS en diferentes países utilizando la bibliografía de la OMS y también se revisó otras bibliografías en relación a otras maneras de validar hospitales que atienden trauma: (Arreola-Risa *et al.*, 2006), (Michel Aboutanos *et al.*, 2009), (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010), (Mock *et al.*, 2006), (Mb Aboutanos *et al.*, 2012), (Remick *et al.*, 2014), ((IATSIC) & International Society of Surgery, 2004).

Con esta información se realizaron dos reuniones (vídeo-conferencias) con expertos de Estados Unidos, México, Colombia a través de la Sociedad Panamericana de Trauma, con lo que se definieron, 168 variables para ser incluidas en el software, 28 preguntas generales relacionadas a la tipificación del hospital y su funcionamiento, luego un listado corto de 17 preguntas sobre recursos físicos (Equipo-Insumos) y humanos ne-

cesarios para ejecutar las destrezas para el manejo del ABCDE, así como el manejo específico del trauma de cabeza, cuello, tórax, abdomen, extremidades, columna, quemaduras, rehabilitación y seguridad del personal de salud para la atención del trauma y 95 variables de competencias médicas que evaluaron: conocimientos y destrezas del personal encargado de la atención, se logró una disminución de número de preguntas sobre todo omitiendo las variables en relación al listado de drogas y sus detalles.

Se definió al tipo de hospital como, Hospital base, Hospital general y Hospital especializado o de especialidades y dependiendo de ello las variables a considerar fueron: no aplica a ese nivel de atención, esencial (o requerido) y deseado (que puede o no existir); por último, la calificación se realizó de la siguiente manera:

- N/A, No aplica a ese nivel de atención.
- Inadecuado, existe, pero en menos del 50%.
- Parcialmente adecuado, existe en más del 50%.
- Adecuado, existe y funciona.

4.3.2 Estructuración del software

EvaHos (Evaluación Hospitalaria) es el nombre del software que permitió la automatización de evaluación de los recursos durante la atención del trauma en hospitales. Este es un sistema multiplataforma, cuya finalidad es la de recolectar datos con base en cuestionarios completamente parametrizables y que en su definición inicial abarcó las 168 variables a evaluar producto del estudio de expertos en tratamiento del trauma como se menciona anteriormente, estas variables fueron distribuidas en 4 formularios.

El software fue producto de un trabajo organizado y en equipo tanto de médicos expertos en tratamiento del trauma como de ingenieros en diseño y desarrollo de software. El proceso de construcción fue posible utilizando una metodología de desarrollo en espiral, cubriéndose las fases de análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación.

En la etapa inicial de análisis ya se pudieron evidenciar claramente los principales requerimientos funcionales y no funcionales.

De los requerimientos funcionales se destacaron:

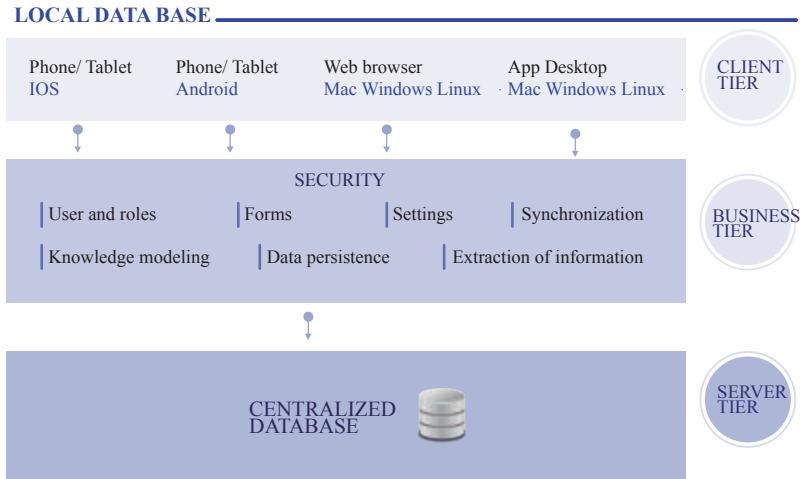
- Posibilidad de toma de datos con base en aplicación de cuestionarios a diferentes actores de los centros hospitalarios.
- Posibilidad de segmentación de los resultados de encuestas en relación a hospitales, cuestionarios, evaluadores y periodos de evaluación.
- Posibilidad de análisis y extracción de información por medio de reportes inteligentes gracias a un modelamiento de conocimiento basado en ontologías.
- De requerimientos no funcionales destacan:
- Centralizado de la información, esto para facilitar el análisis y evitar la duplicidad de información
- Operatividad en línea y fuera de línea, posibilitando el utilizar el sistema informático con o sin conexión de datos a Internet, pues en ocasiones por la infraestructura de las instalaciones de algunos centros no se dispone siempre de una conexión o puede que esta sea deficiente.
- Multiplataforma, es decir que puedan utilizar tanto de un dispositivo móvil (Android o iOS) como desde un computador personal.
- Bajo en costos de desarrollo e implementación en un ambiente de producción por medio del uso de herramientas de software libre.

A partir de estos requerimientos se estructuró el sistema con una arquitectura distribuida bajo la plataforma JEE 7 (Java Enterprise Edition 7) la misma que facilitaría a los desarrolladores el dar respuesta a las necesidades planteadas, gracias al modelo de aplicación que integra esta arquitectura (Oracle, 2014) en la que el desarrollador implementa la lógica de negocios y la interfaz de presentación de la aplicación y la plataforma se encarga de aspectos estándares de los sistemas como por ejemplo: seguridad, comunicación, integridad de los datos, entre otros.

La Figura 4.1 esquematiza la arquitectura del sistema, la capa cliente destaca los diferentes clientes desde los que se puede utilizar la aplicación: teléfonos inteligentes o tabletas sea Android o iOS, así como desde un navegador web en un computador con sistema operativo Windows, Mac o Linux; aquí se puede observar también un bloque llamado base de datos local, el mismo que representa el componente

presente en cada cliente, gracias al que posibilita el almacenamiento de manera local de las encuestas o evaluaciones registradas para una posterior sincronización.

Figura 4.1
Esquema arquitectónico y modular del sistema



En la capa de negocio se aprecian los diferentes módulos que dan respuesta a los requerimientos funcionales del sistema, el módulo base de esta capa, corresponde al de **Seguridad** que es el que filtra y controla los datos que llevan y van desde y hacia los clientes permitiendo solo aquellos que pertenezca a usuarios autenticados y con una sesión establecida, esto en complemento con el módulo de **Usuarios y Roles**, otro módulo corresponde al de **Configuración** y definición de parámetros para la evaluación, como son periodos de evaluación, instituciones a evaluarse y cargos de los encuestados. El módulo de **Formularios** permite la definición de los cuestionarios a ser utilizados y posterior los mismos el registrar las encuestas según la interacción que vayan teniendo el evaluador con el encuestado; la definición de formularios pues ser horizontal o vertical, es decir se pueden crear nuevos formularios o se pueden ir añadiendo o modificando preguntas en cada cuestionario, lo cual permite una escalabilidad importante en el sistema sin necesidad de nuevos desarrollos.

En la definición inicial de los formularios se consideró 4:

- **Formulario lista general:** el cual busca evaluar la cantidad de recursos que puede tener un hospital, el porcentaje de preparación en el cual se encuentra los profesionales para atención al paciente que ha sufrido algún tipo de trauma, identificar si existen barreras financieras, el número de pacientes con trauma atendidos, entre otros.
- **Formulario lista breve:** el cual busca conocer acerca del manejo básico de las vías respiratorias, el control de hemorragias, tratamiento básico de fracturas, contar un programa para mejorar la calidad de atención a pacientes con algún tipo de trauma, entre otras.
- **Formulario lista completa:** En este formulario se busca conocer acerca de la aplicabilidad del proceso en un hospital en relación a entrenamientos y/o capacitaciones al personal de la institución médica en varios ámbitos en el manejo de las vías respiratorias ya sea con equipos, suministros, fármacos. De igual forma se recopila información para revisar si el personal médico debe tener habilidades para el reconocimiento de la presencia o riesgo de lesión de la columna vertebral, entrenamiento de evaluación de quemaduras, entre otras.
- **Formulario lista completa sin fármacos:** similar al anterior sin la evaluación o sin considerar las variables relacionadas al uso de fármacos.

En complemento a estos módulos está el de **Sincronización y Persistencia de Datos** el cual por medio de manejo de estados y fechas de sincronización asegura la integridad de los datos que se manejan entre los dispositivos clientes y la base de datos central, considerando la operatividad offline de los clientes.

Para posibilitar el análisis de información el sistema contempla 2 módulos, el primero denominado **Extracción de información**, el mismo que permite la generación de reportes inteligentes, siendo estos:

- Análisis con respecto a los recursos por hospital, posibilitando medir la capacidad de recursos del hospital, las atenciones de

emergencia relacionadas con trauma, el número de personas capacitadas para atender a un paciente con trauma.

- Reporte específico por hospital, en el que se obtienen las calificaciones promedio de todas las respuestas dentro de un área de evaluación. Así también se puede analizar el resultado de todas las respuestas asociadas con todas las preguntas pertenecientes a todas las áreas involucradas a una característica en específico. Dando una visión de las áreas en las que se pueden aplicar variantes o cambios para mejorar la calidad del servicio.

En este contexto, en el segundo módulo relacionado a **Modelamiento de Conocimiento**, se partió de la identificación y definición de la ontología para el modelamiento de la información recolectada por los formularios, esta ontología desde su definición pretende que la información tenga un significado bien específico y una estructura clara que permita unir conceptos entre sí y proveer un vocabulario consensuado a nivel global, el cual nos permite realizar procesos de interoperabilidad entre sistemas.

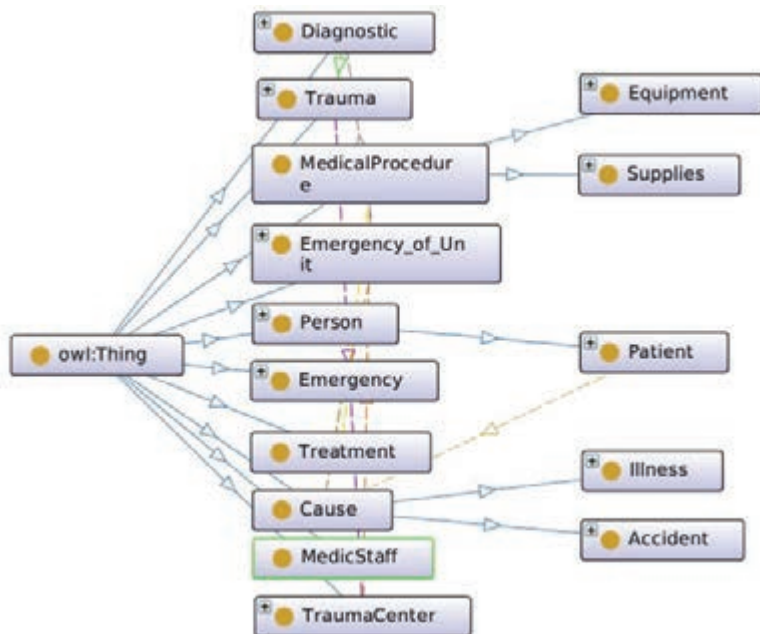
Mediante la herramienta Protege¹, se procedió a modelar las clases, subclases, propiedad de la ontología respectiva. Es importante mencionar que este proceso se desarrolló con la ayuda de expertos en el dominio de accidentes de trauma. En la Figura 4.2 se presenta una parte de la ontología con sus relaciones y clases que la componen.

A partir de este modelo, se procedió a poblar la ontología con las diferentes instancias o datos de cada clase, con el principal objetivo que permita validar el modelo y que a su vez responda a las necesidades o requerimientos de los usuarios, esto a partir de la información recolectada en el sistema. Y mediante el uso de un motor de inferencia se procede a generar una consulta SPARQL² que permita navegar sobre los datos y generar automáticamente nuevo conocimiento a partir de los datos poblados en la ontología.

1 Protégé, un editor de ontología libre y de código abierto para la construcción de sistemas inteligentes. <http://protege.stanford.edu/>

2 SPARQL Query Language. <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

Figura 4.2
Grafo de la ontología del trauma

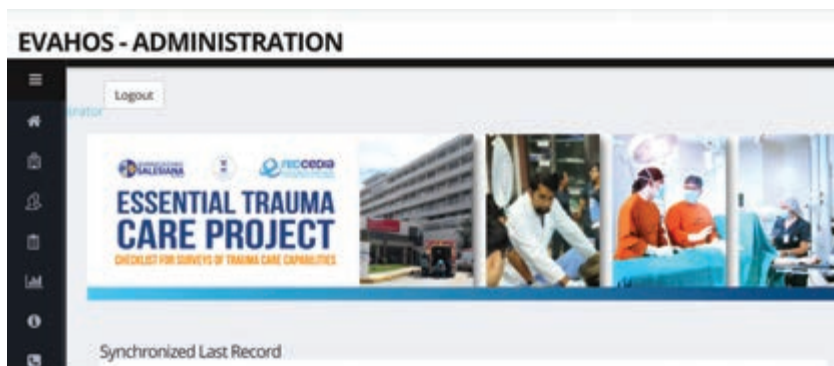


Como resultado final se obtuvo una aplicación robusta, multiplataforma y útil para la investigación en desarrollo, así como convertirse en una herramienta de evaluación hospitalaria. La Figura 4.3 muestra diferentes interfaces del sistema.

4.3.3 Aplicación de software (Pilotaje)

La aplicación del software se realizó en el escenario del XXVIII Congreso Panamericano de Trauma, Cuidados Críticos y Cirugía de Emergencia realizado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Se reunió al grupo de médicos expertos de la Sociedad Panamericana de Trauma integrada por: Michel Aboutanos – Estados Unidos, Tarek Razek – Canadá, Felipe Vega – México, Andrés Rubianos – Colombia, Edgar B. Rodas – Ecuador, Esteban Foainini – Bolivia; conjuntamente, con los investigadores de Red CEDIA, Mónica Ordóñez, Hernán Sacoto y Juan Carlos Salamea.

Figura 4.3
Interfaz web y móvil de la aplicación



Se instaló el software “EvaHos” (Evaluación Hospitalaria) en los equipos y se brindó la explicación sobre el manejo. Con el grupo de expertos se estructuraron dos equipos de evaluación y se visitó dos hospitales especializados que atienden pacientes de trauma, el primero fue visitado en la mañana y el segundo fue visitado en la tarde, donde se utilizó el “EvaHos”, registrando los resultados en tiempo real con lo que se creó una base de datos mediante las entrevistas realizadas. Se analizó las respuestas, variable por variable, así como hospital por hospital.

4.4 Resultados

4.4.1 Listado de variables

Luego de hacer una revisión bibliográfica, basarnos en las recomendaciones del “Guidelines for Essential Trauma Care” y “Essential Trauma Project”, tomar en cuenta las consideraciones de los expertos en relación a evaluación de hospitales que atienden trauma y asentar sobre la realidad panamericana, se definió, 4 listados de preguntas o variables, detalladas en la Tabla 4.1. Preguntas generales en relación al hospital, preguntas globales sobre la atención del trauma, variables basadas en el ABCDE del trauma donde se investigó sobre insumos, conocimientos y destrezas, excluyendo el listado de drogas; y también se incluyó la lista completa con drogas, donde se investiga sobre la disponibilidad.

Tabla 4.1

Listados de preguntas o variables agrupados en cuatro grupos

Tipo de hospital	Manejo de la vía aérea	Vía aérea	Anestesia
Quien provee la información	Manejo avanzada de la vía aérea	Respiración	Dolor, fiebre, inflamación
Número de camas	Colocación de un tubo torácico	Circulación	Anticonvulsivos
Número de emergencias por año / día	Administración de oxígeno	Lesión de cabeza	Anafilaxis
Número de admisiones por trauma al año	El control externo de la hemorragia	Lesión del cuello	Envenenamiento
Porcentaje de emergencias que son trauma	Accesos y manejo adecuado de líquidos endovenoso	Lesión del Tórax	Infecciones
Quien atiende primariamente una emergencias por trauma	Capacidad para transfusión de sangre y/o hemoderivados	Lesión abdominal	Medicinas que afectan la sangre
Qué porcentaje de estas personas han tomado algún entrenamiento formal en trauma / Que porcentaje de estas personas están actualmente certificadas	Inmovilización de fracturas.	Lesión de extremidades	Productos sanguíneos y ampliadores de plasma
¿Cuántos médicos de las siguientes especialidades hay disponibles?	Manejo básico de fracturas cerradas	Lesión espinal	Trastornos cardiovasculares
¿Piensa que hay algún problema para proveer el mejor cuidado a los pacientes de trauma que le gustaría que sea mejorado?	Cuidado de heridas	Quemaduras	Enfermedades de la piel: Aplicaciones tópicas
¿Existen barreras financieras, como la necesidad de seguro o pago antes de que el paciente pueda ser atendido?	La fijación externa / interna	Heridas	Antisépticos y desinfectantes

Tipo de hospital	Manejo de la vía aérea	Vía aérea	Anestesia
¿Como es mantenida la calidad de los cuidados de trauma?	Inmovilización espinal	Rehabilitación	Diuréticos
¿Existe un programa formal para mejorar la calidad del servicio?	Manejo y organización de las historias clínica de pacientes traumatizados	Diagnóstico y monitoreo	Trastornos gastrointestinales
¿Existe un registro de trauma?	Algún curso certificado para el manejo de pacientes traumatizados	Investigaciones radiológicas	Trastornos hormonales
¿Qué tipo de casos de trauma son referidos y a donde son referidos?	Control de calidad y mejoras de la atención en trauma	Test de laboratorio	Balace de fluidos y electrolitos
¿Existen barreras (e.g. financieras o logísticas) para referir los pacientes?	Equipo de trauma	Seguridad para el personal de salud	Vitaminas y minerales

4.4.2 Pilotaje del EvaHos

El pilotaje del software EvaHos, estuvo a cargo de los expertos de la Sociedad Panamericana de Trauma y los investigadores del GT-T (Grupo de Trabajo de Telemedicina/Telesalud) Red CEDIA, quienes expresaron que el software fue muy fácil de usar, muy intuitivo y sobre todo indicaron gran familiaridad con las preguntas y variables debido a las experiencias anteriores de evaluación de hospitales utilizando las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

4.4.3 Resultados de la Evaluación

La evaluación estuvo a cargo de dos equipos estructurados entre los expertos de la Sociedad Panamericana de Trauma y los investigadores del GT-T (Grupo de Trabajo de Telemedicina/Telesalud) Red CEDIA, se realizó la visita a los dos Hospitales, ambos hospitales públicos con volúmenes altos de atención de pacientes traumatizados.

Durante las visitas se entrevistó a los diferentes miembros del equipo de salud, desde directores y/o gerentes y médicos quienes ostentaban cargos de coordinación, hasta el personal técnico asistencial como especialistas, médicos residentes; se visitó los diferentes servicios como emergencias, cirugía, centro quirúrgico, laboratorio, banco de sangre, unidades de cuidado intensivo e imágenes diagnósticas.

Análisis de los datos:

- Fueron realizadas 28 entrevistas en cada hospital.
- Número de admisiones fluctúa entre 1000 a 1500 por año.
- Se reconoce variabilidad en el porcentaje de camas asignadas a la atención para el trauma.
- Generalmente el personal que atendía al traumatizado lo constituían los Médicos especialistas o profesionales en entrenamiento de cuarto nivel.
- El personal encargado de la atención de los pacientes lesionados, tomaron en alguna ocasión un programa de entrenamiento formal tipo ATLS®, siendo variable el estado de certificación actual entre los dos hospitales.
- La información brindada por el Hospital A no fue precisa, los valores entregados eran muy diferentes dependiendo de la persona encuestada. No se registró el porcentaje de especialistas con cursos de educación continuada en trauma.
- Se reconocen problemas en ambos hospitales respecto a la dotación de recursos humanos, físicos y suministros.
- Se encuentran barreras económicas en ambos hospitales, mayormente expresados en la encuesta en el Hospital B.
- No existe control de calidad o un programa establecido o que se tenga previsto realizarlo.
- No existe un registro o record de pacientes lesionados, salvo en neuro-trauma en el B.
- No hay un protocolo, ni se hace referencia hacia otros centros de salud, salvo cuando hay falta de disponibilidad de camas.
- Claramente existen barreras económicas que impiden traslados hacia otros centros en ambos hospitales.

Respecto de las variables que miden conocimientos, y destrezas, se pueden observar de manera global las siguientes características:

- Hay imprecisiones e incongruencia en las respuestas de las personas evaluadas de un mismo hospital, lo que indica falta de organización local y manejo de recursos en equipos que conozcan perfectamente de manera uniforme sus debilidades y destrezas.
- Salvo por algunas maniobras y conocimientos básicos, la gran mayoría de variables reflejan competencias parcialmente adecuadas o inadecuadas.
- Existen maniobras esenciales, así como insumos esenciales que según algunos encuestados están ausentes o no se las sabe aplicar en un momento dado.
- Existe mayor simetría y concordancia entre las respuestas de los evaluados del Hospital San Juan, respecto de los del Hospital Japonés. Sin embargo, el número de encuestados en el primer hospital fue menor, lo que disminuye la dispersión de respuestas.
- Algunas respuestas reflejan la falta de disponibilidad de servicios y atención normal pasados las 5 de la tarde. Es decir, no son hospitales de 24 horas.

4.5 Discusión

El concepto más importante para la evaluación de un hospital que atiende trauma, es el resultado de la atención del paciente lesionado, en relación a la atención oportuna, disminuir complicaciones, morbilidad y mortalidad. Muchos esfuerzos se han realizado por varias instituciones para determinar los requisitos mínimos para que un hospital pueda responder a la atención de pacientes lesionados.

Pero algo que se debe tomar en cuenta es que un hospital que atiende trauma es un eslabón más de la cadena de sobrevivida (Committee on Trauma, 2008), es decir la atención de trauma responde a la respuesta de un “sistema de trauma”, y en este gran escenario hay varios factores como la educación de la comunidad y la respuesta de la misma frente a los eventos traumáticos, la presencia o funcionamiento de un sistema pre-hospitalario de atención y traslado (Jeffery, Hurtubise, &

Ross, 2005), para que de esta manera el paciente lesionado pueda llegar de la mejor manera y en el menor tiempo a un hospital donde le atiendan y resuelvan sus lesiones.

La lista de variables de la OMS. (Mock, J., Lormand, J.D., Goosen, J., y Joshipura, M., 2004) y la intención en disminuir el listado de variables es parte de un importante grupo de los mismos autores (IATSIC) & International Society of Surgery, 2004), ya que han tomado en cuenta las experiencias y dificultades de su aplicación en países de medianos y bajos ingresos como México, Ghana, India y Vietnam (Mock *et al.*, 2006), así como la experiencia en el Ecuador (M. B. Aboutanos *et al.*, 2010) (Mb Aboutanos *et al.*, 2012), en donde se evidenciaron muchas dificultades que fueron traducidas en sus informes como oportunidades de mejora, sobre todo esto ha sido palpable en los últimos años en la atención del trauma en el Sur de Ecuador (Salamea, Sacoto, & Rodas, 2014).

El pilotaje de una lista intermedia para la evaluación de recursos hospitalarios para la atención del trauma, representa una muy buena alternativa comparado con el modelo inicialmente planteado por la OMS. Sin duda es muy amigable a la hora de aplicarlo, generando menor agotamiento por parte del evaluador como del evaluado. Los resultados en países de bajos y medianos ingresos sin embargo pueden ser dispares como el observado aquí, ya que se encuentran fortalezas en algunas variables y debilidades importantes en otras, no permitiéndonos calificar a un servicio u hospital como acreditado o no con base en la evaluación, pues si bien en algunas cumple bien en otras desacredita, considerando siempre estos elementos como básicos y esenciales.

La utilización del software fue bienvenida y oportuna a la hora de evaluar los dos hospitales, generando mayor facilidad para digitar las respuestas, ahorrando tiempo en la generación de la base de datos y una visualización de la información que proporciona el informe y sobre todo facilidad para emitir las recomendaciones.

4.6 Conclusiones

La experiencia evidenciada al evaluar los hospitales haciendo uso del software EvaHos, nos ha permitido analizar las condiciones en

cuanto a recursos humanos y físicos con el que cuentan los hospitales y obtener de manera oportuna la información y resultados para su interpretación. Con respecto a los resultados expuestos falta mucho por discutir, sobre todo en los países de medianos y bajos ingresos para definir lo que debe tener como esencial un hospital para el manejo del trauma pensando en disminuir morbilidad y mortalidad; cuando nuestro país aún tiene sistemas muy rudimentarios en relación al trauma, sin control de calidad o registros adecuados que permitan medir el impacto de la atención o de las políticas, sin embargo este software resulta útil para evaluadores y hospitales al momento de realizar evaluaciones y sobre todo para emitir recomendaciones.

4.7 Referencias

- Aboutanos, M. B., Mora, F., Rodas, E., Salamea, J., Parra, M. O., Salgado, E., Ivatury, R. (2010). Ratification of IATSIC/WHO's guidelines for essential trauma care assessment in the South American region. *World Journal of Surgery*, 34(11), 2735–44. <http://doi.org/10.1007/s00268-010-0716-9>
- Aboutanos, M., Johnston, E., Mora, F., Rodas, E., Salamea, J., & Ivatury, R. (2012). Evaluation of Head and Spinal Cord Injury Care in Ecuador using the IATSIC/WHO Essential Guidelines for Trauma Care. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 1, 6-11. <http://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1002>
- Aboutanos, M., Risa, C. A., Rodas, E. B., Mock, C. N., & Esposito, T. J. (2009). Implementación y desarrollo de sistemas de atención en trauma en América Latina. In R. Ferrada & A. Rodríguez (Eds.), *Trauma 2°* (p. 850). Bogotá: Distribuna.
- Academia Nacional de Medicina (2010). *Categorización de centros para la atención del paciente traumatizado en la República Argentina*, J. Neira, Ed. (1°). Buenos Aires: Academia Nacional de Medicina.
- American College of Surgeons. Committee on Trauma. (2008). *ATLS, advanced trauma life support for doctors*. American College of Surgeons.
- Arreola-Risa, C., Mock, C., Vega Rivera, F., Romero Hicks, E., Guzmán Solana, F., Porrás Ramírez, G., ... de Boer, M. (2006). Evaluating trauma care capabilities in Mexico with the World Health Organization's Guidelines for Essential Trauma Care publication. *Revista Panamericana de Salud Pública = Pan American Journal of Public Health*, 19(2), 94-103.

- Committee on Trauma (2014). *Resources for Optimal Care of the Injured Patient*. M. Rotondo, C. Cribari, & R. S. Smith (Eds). Chicago: Committee on Trauma American College of Surgeons.
- Committee on Trauma, A. C. of S. (2008). *Regional Trauma Systems: Optimal Elements, Integration, and Assessment*. A. C. of S. Committee on Trauma (Ed.). Chicago: American College of Surgeons.
- (IATSIC), I. A. for the S. of T. and S. I. C., & International Society of Surgery (2004). *Essential Trauma Care Project* (World Health Organization, Ed.). Geneva: Injuries and Violence Prevention Department, World Health Organization and the International Association for the Surgery of Trauma and Surgical Intensive Care (IATSIC), International Society of Surgery/Société Internationale de Chirurgie.
- Jeffery, H. F., Hurtubise, A., & Ross, J. T. (2005). *Prehospital trauma care systems*. S. Sasser, M. Varghese, A. Kellermann, & J.-D. Lormand (Eds.). Geneva: World Health Organization.
- Mock, C., Nguyen, S., Quansah, R., Arreola-Risa, C., Viradia, R., & Joshipura, M. (2006). Evaluation of trauma care capabilities in four countries using the WHO-IATSIC Guidelines for Essential Trauma Care. *World Journal of Surgery*, 30(6), 946-956. <http://doi.org/10.1007/s00268-005-0768-4>
- Mock, C, Lormand, JD, Goosen, J., Joshipura, M., P. M., Mock, C., Lormand, J., Joshipura, M., & Peden, M. (2004). *Guidelines for essential trauma care*. World Health Organization. Geneva: World Health Organization.
- Oracle (2014). Java EE Application Model - Java Platform, Enterprise Edition: The Java EE Tutorial (Release 7).
- Remick, K. N., Wong, E. G., Chuot Chep, C., Morton, R. T., Monsour, A., Fisher, D., ... Kushner, A. L. (2014). Development of a novel Global Trauma System Evaluation Tool and initial results of implementation in the Republic of South Sudan. *Injury*. <http://doi.org/10.1016/j.injury.2014.08.004>
- Salamea, J. C., Sacoto, H., & Rodas, E. B. (2014). Trauma y emergencias en el sur del Ecuador. Historia, realidad y perspectivas. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 3(August), 73-75. <http://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1091>
- World Health Organization. (2004). *International statistical classification of diseases and related health problems*. World Health Organization.

Capítulo 5

La Telemedicina aplicada a la atención pre-hospitalaria para el cuidado de trauma en la ciudad de Cuenca-Ecuador

BRAVO TORRES JACK^{1, 2}
jbravo@ups.edu.ec

HUERTA MÓNICA K.¹
mhuerta@ups.edu.ec

CONTRERAS CHACÓN ROQUE D.²
roque334@gmail.com

¹ Grupo de Investigación en Telemática y
Telecomunicaciones-Universidad Politécnica Salesiana

² Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC, abre nuevas perspectivas para la generación de nuevos sistemas de atención al trauma pre-hospitalarios. Precisamente, en este artículo se presenta un diseño de un sistema que dé soporte a los procesos de comunicación y adquisición de datos desde el lugar de ocurrencia del trauma y durante el transporte del paciente al centro de salud. Los resultados de las pruebas en ambiente controlado y de campo, mostraron la factibilidad, fiabilidad y viabilidad de la implementación desarrollada.

Palabras clave: Trauma, atención pre-hospitalaria al trauma, comunicaciones inalámbricas.

5.1 Introducción

El trauma, definido como una lesión grave que requiere atención médica inmediata, es uno de los principales motivos de las llamadas que se realizan a los servicios de emergencia (Bee & Jeffrey, 2012); es más, constituye una de las causas de mortalidad más importantes en todo el mundo (Blomberg, y otros, 2013). Estas lesiones son el resultado de una serie de mecanismos contundentes, penetrantes o quemadores, los cuales incluyen: accidentes de tráfico, lesiones deportivas, desastres naturales y una gran variedad de lesiones físicas que pueden ocurrir en el hogar, la calle o el trabajo (“Traumatic Injury”, s/f).

Factores como la presencia de ambientes peligrosos en lugares cotidianos, las desigualdades sociales y de género, el incumplimiento de las normas de tránsito, el abuso del alcohol, la ineficiencia en la respuesta de los sistemas de emergencia médica y la sobrecarga en los sistemas de salud, contribuyen a la presencia de una tasa alta de ocurrencia de las situaciones de trauma. En América Latina y el Caribe, durante el año 2015, estos hechos representaron el 11.99% de las causales de muerte; mientras que en Ecuador, este porcentaje fue del 12.59% (“Institute for Health Metrics and Evaluation”, s/f).

Más de la mitad de las muertes debido al trauma se producen fuera del hospital, mientras el Servicio de Emergencias Médicas (SEM) arriba al lugar del accidente o durante el tratamiento y traslado hacia el centro de salud (Bee & Jeffrey, 2012). En este contexto, los sistemas de primeros auxilios y, principalmente, los servicios de emergencia pre-hospitalarios de asistencia médica juegan un papel crucial a la hora de reducir los índices de mortalidad y posibles discapacidades producto de las lesiones traumáticas. Su objetivo es proveer a los ciudadanos un acceso rápido y seguro al sistema de salud. Para ello, su diseño debe permitir la actuación coordinada entre las distintas entidades de auxilio y los gobiernos locales para integrar a la comunidad. Así, más allá de un acceso rápido de los equipos de salud especializados a la escena, es necesario mantener una población entrenada para brindar primeros auxilios a la persona lesionada y contactar a las instituciones de rescate.

En igual forma, durante la transferencia del paciente al hospital, se requiere de una comunicación constante entre la ambulancia y el departamento de emergencia. Datos muy valiosos acerca del estado de salud del paciente pueden ser compartidos para evaluar su gravedad, preparar el equipo de cirugía necesario, instruir al equipo médico en la ambulancia para suministrar medicamentos, o desarrollar procedimientos adicionales para estabilizarlo, y, si es necesario, remitirlo a otro centro hospitalario con mejor equipamiento y con personal médico entrenado para atender la emergencia en progreso.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha propuesto un conjunto de recomendaciones para guiar a los responsables de las políticas de salud en la implementación de sistemas pre-hospitalarios para el cuidado del trauma. Tres niveles son propuestos (Varghese, Sasser, Kellermann, Lormand, & Prevention, 2005):

- **Primeros en responder (del inglés, «first responders»):** Son personas entrenadas en técnicas de primeros auxilios. Están capacitadas para reconocer una situación de emergencia, solicitar ayuda y proveer soporte al sujeto lesionado hasta que llegue el personal médico. En este nivel se encuentran, por ejemplo, trabajadores, funcionarios públicos, taxistas, entre otros.
- **Cuidado pre-hospitalario básico del trauma:** Conformado por un grupo de profesionales, denominados Técnicos Médicos de Emergencia (TME), entrenados en primeros auxilios avanzados. Estas personas están capacitadas para manejar la escena (extracción y rescate), atender al paciente, evaluarlo detalladamente, estabilizarlo, y transportarlo a un centro hospitalario en caso de ser necesario. En este nivel se encuentran, por ejemplo, el personal médico de la ambulancia.
- **Cuidado pre-hospitalario avanzado del trauma:** Constituido por los médicos que, a más de ejercer las funciones del nivel anterior, proveen cuidados avanzados del trauma, empleando una variedad de procesos invasivos. En relación a su costo de implementación –dado que la mayoría de los casos de trauma no requiere de la aplicación de procedimientos invasivos–, la efectividad de este nivel no está clara. Más aún, el aplicar estos

procedimientos invasivos, en caso de ser necesarios, suelen complicar la situación. De hecho, el estudio presentado en (Pepe, Wyatt, Bickell, Bailey, & Mattox, 1987) muestra una menor mortalidad en pacientes severamente heridos que solo son transportados en comparación con aquellos que son atendidos durante el transporte. Esto se debe a que el tiempo de traslado al centro hospitalario usualmente no excede la primera hora después del evento traumático.

Para evaluar la situación de los pacientes y clasificarlos de acuerdo a la severidad del trauma, los integrantes del segundo y tercer nivel cuentan con un proceso denominado *triage*. El resultado de esta evaluación permite determinar si el paciente debe, o no, ser movilizado a un centro de salud.

Al momento, no hay un estándar universal definido para el triage. Por el contrario, existen diversos enfoques de cómo realizar este proceso: *Australian Triage Scale (ATS)*, *Manchester Triage Scale (MTS)*, *Canadian Emergency Triage and Acuity Scale (CTAS)*, *Emergency Severity Index (ESI)*, entre otros. Al no contar con evidencia médica de su eficiencia, no es posible una comparación objetiva para determinar cuál es el mejor (Lidal, Holte, & Vist, 2013).

Las evaluaciones desarrolladas durante el triage, se basan en la supervisión de aspectos como: vías respiratorias, circulación, discapacidad y ambiente (Ummenhofer, Albrecht, & Scheidegger, 2004). Por ejemplo, la obstrucción de las vías respiratorias son mortales cuando se presenta en pacientes con trauma, por lo que su atención no puede esperar y se recomiendan usar los siguientes métodos para controlar esta situación: revisión del historial del paciente, observación, auscultación y supervisión con un oxímetro de pulso, capnógrafo y electrocardiograma (ECG). Una situación similar tenemos en el caso de las hemorragias, aquí se recomienda la supervisión a través de la medición de la presión arterial (PA), ritmo cardíaco (RC), y saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂).

Una de las dificultades que se tiene con la valoración es la subjetividad de los diagnósticos. Esto implica la posibilidad de que el personal de auxilio desarrolle una sobrevaloración (*Over-Triage*), enviando

al paciente a un centro médico sin necesidad real; o, por el contrario, no remitirlo a pesar de existir una situación crítica en progreso (*Under-Triage*). En ambos casos se producen escenarios no deseados: en la primera situación, se puede generar una sobrecarga de las instituciones de salud; mientras que la segunda, ayuda a incrementar la tasa de mortalidad de los pacientes.

Para la ejecución de estos procesos, el desarrollo tecnológico juega un papel importante en el despliegue efectivo de servicios orientados al cuidado del trauma. Así, el avance en los sensores biomédicos (Tamura, 2014), las tecnologías inalámbricas y las redes de comunicaciones, están allanando el camino hacia el despliegue de sistemas automáticos de soporte al cuidado del trauma (Touati & Tabish, 2013). Precisamente, en este capítulo se presenta un diseño de un sistema que dé soporte a los procesos de comunicación y adquisición de datos desde el lugar de ocurrencia del trauma y durante el transporte del paciente al centro de salud.

El presente trabajo está organizado conforme a la siguiente estructura. En la Sección 5.2, se analiza el estado del arte en cuanto a plataformas de comunicación y adquisición de información presentes en la literatura. En la Sección 5.3, se describe la metodología empleada en el diseño, desarrollo y pruebas del sistema que permite la documentación, visualización y supervisión de los datos fisiológicos de un paciente trasladado en ambulancia. En la Sección 5.4, mostramos los resultados obtenidos desde la ejecución de las pruebas planificadas para verificar la correcta incorporación al sistema de los requerimientos funcionales y no funcionales. Finalmente, en la Sección 5.5 se enuncian las principales conclusiones.

5.2 La Telemedicina en la atención pre-hospitalaria

La telemedicina puede ser definida como el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para distribuir servicios de salud a sectores de la población ubicados en zonas distantes de los centros hospitalarios o de difícil acceso. Su uso permite el intercambio de información entre los proveedores locales y los centros especializados, para diagnosticar, tratar, investigar, evaluar y prevenir enfermedades. Además, brinda las facilidades necesarias para la capacitación continua

de los profesionales de la salud radicados en estos sectores, mejorando los servicios prestados a individuos y comunidades (WHO Group Consultation on Health Telematics, 1998).

En las últimas décadas, el avance en los sistemas electrónicos y las TIC ha incrementado el interés de la comunidad científica y la industria por el desarrollo de sistemas y aplicaciones de telemedicina orientados a la supervisión y control de pacientes localizados en diversos ambientes que van desde casas y hospitales, hasta ambulancias. En lo que resta de esta sección, analizaremos algunas de las propuestas presentadas para cada uno de estos entornos.

5.2.1 Aplicaciones orientadas al hogar

Estos sistemas basan su funcionamiento en la adquisición y procesamiento de información relacionada con los signos vitales de los pacientes, y la generación y transmisión de alertas en caso de irregularidades. Por ejemplo, (Lv, Xia, Wu, Yao, & Chen, 2010) presenta una aplicación orientada a personas mayores. Usando dispositivos comerciales, se monitorea el electrocardiograma (ECG), la presión arterial (PA) y la localización del individuo. Estos parámetros son transmitidos mediante Bluetooth a un dispositivo móvil (teléfono inteligente o PDA), quien los procesa y los remite, a través de GSM, a un servidor Web. Esta aplicación mantiene umbrales de control que le permiten analizar las medidas obtenidas y emitir una alarma en caso de ser superadas en dos ocasiones durante un periodo determinado. Además, provee funcionalidades para que el médico modifique estos umbrales mediante un mensaje de texto (SMS) o consulte el historial de salud del paciente.

Por su parte, (Shivakumar & Sasikala, 2014) plantean un sistema enfocado a situaciones de ataques al corazón. Diversos sensores monitorean el ECG, Frecuencia Cardíaca (FC) y Ritmo Respiratorio (RR). La información generada es enviada, mediante Bluetooth, a un teléfono inteligente, quien actúa como nodo central. Este dispositivo comprime, encripta y transmite a un servidor centralizado la información recibida usando la red 3G o WiFi. Este servidor aloja tres aplicaciones: La primera se basa en LabView y permite analizar los datos del individuo; la

segunda, facilita al operador la visualización de los datos y la capacidad de guiarlo en caso de una emergencia; finalmente, la tercera, brinda al médico tratante toda la información relacionada con el paciente y le otorga la capacidad de establecer un canal de comunicación con él, si es necesario.

De igual forma, (Alshorman, Jaber, & Bensaali, 2015) desarrollaron una plataforma que captura la FC y la saturación de oxígeno (SpO_2) para determinar el grado de emergencia de un paciente basado en el *Qatar Early Warning Scoring System* (QEWS). Su arquitectura consta de un oxímetro de pulso conectado vía Bluetooth a un microprocesador con GPS y capacidad de comunicación inalámbrica (GPRS). En caso de detectarse la recepción de valores anormales, un mensaje de alarma es remitido a un centro de salud para reportar la emergencia.

5.2.2 Aplicaciones orientadas a centros hospitalarios

Al igual que en el caso de las aplicaciones orientadas al monitoreo de personas en el hogar, varias propuestas han sido desarrolladas para pacientes ubicados en centros hospitalarios. Por ejemplo, en (Lee, Lee, Chung, & Myllyla, 2006) se presenta un sistema compuesto de un conjunto de sensores conectados físicamente a un microcontrolador con capacidad de conexión inalámbrica. Parámetros como el ECG y la Temperatura Corporal (TC), recolectados por el microcontrolador desde los sensores, son enviados a un servidor central a través de una red inalámbrica ad-hoc compuesta por los nodos pertenecientes a otros pacientes. De igual forma, en (Abt *et al.*, 2010) se hace uso de sensores conectados físicamente a un microcontrolador para la lectura de signos vitales como FC, SpO_2 , PA y TC. Los datos obtenidos son enviados vía Bluetooth a un PDA, que cuenta con una aplicación para su visualización. Adicionalmente, la información recolectada es remitida a través de una red inalámbrica a un servidor central para su procesamiento posterior y almacenamiento.

Por su parte, en (Rivera, Rivera, Sánchez, & Russi, 2014) se desarrolla un sistema para la automatización de un proceso de *triage* compuesto por cinco niveles: crítico, emergencia, urgencia, estándar, no-

urgente. Sensores conectados físicamente a un microcontrolador permiten recolectar información relacionada con FC, RR, SpO₂ y PA. Esta información, en conjunto con la TC que es obtenida en forma manual, es alimentada a un computador personal (PC, por sus siglas en inglés) quien la procesa y determina el nivel de urgencia del paciente. El resultado de la investigación indica que el criterio calculado por el sistema difiere en el 50 % de las veces con el criterio de los especialistas.

5.2.3 Aplicaciones orientadas a la atención de emergencias

Al igual que en los escenarios anteriores, en el caso de la atención de emergencias fuera de los centros hospitalarios, varios trabajos son propuestos en la literatura. Así, en (Tia Gao, Greenspan, Welsh, Juang, & Alm, 2005; T. Gao *et al.*, 2006; T. Gao & White, 2006; T. Gao *et al.*, 2008) se plantea un sistema para monitorear, desde el centro hospitalario, los datos fisiológicos de un paciente en el lugar de la emergencia. Información de signos vitales (FC, SpO₂ y PA) y localización del paciente son recolectados y transmitidos hacia un servidor central en el cual son almacenados y usados para realizar el triage. En adición, el personal médico puede visualizar remotamente los datos del paciente en la escena de la emergencia y, en caso de ser necesario, accionar alarmas de atención a través de una aplicación Web. Por su parte, en (Smalls, Wang, Li, Chen, & Tang, 2009) se describe un sistema para registrar diferentes parámetros: FC, SpO₂ y TC, y generar alarmas en caso de irregularidades en las mediciones. Su estructura se fundamenta en un centro de operación local y equipos comerciales de medición de signos vitales que se comunican entre sí a través de una red ad-hoc. Además, con base en la potencia de las señales de los dispositivos, el sistema puede calcular la ubicación de un paciente en la escena de emergencia para su asistencia inmediata.

Continuando con la atención pre-hospitalaria en este ambiente, (Sakanushi *et al.*, 2011) y (Mizumoto, Imazu, Sun, Shibata, & Yasumoto, 2012) desarrollaron un sistema para automatizar el *Simple Triage And Rapid Treatment* (START). Ellos establecen un proceso para evaluar la prioridad de un paciente con base en los valores de sus signos vitales (RC y SpO₂) y para alertar a las autoridades acerca de su estado. El sistema está compuesto por un *Electronict Triage Tag* (ETT) y un *Electronic*

Triage Server (ETS). La ETT se compone de un oxímetro de pulso comercial, una interfaz para visualizar los signos vitales del paciente y su prioridad, una interfaz inalámbrica para la comunicación de los datos y una unidad de control para calcular la prioridad del paciente. Tiene 3 modalidades de ejecución: *Triage*, Supervisión y Notificación. La primera, habilita el ingreso de las condiciones del paciente y el cálculo de su prioridad; la segunda, permite visualizar sus signos vitales y enviarlos, cada minuto, al servidor; y, finalmente, la tercera, permite alertar sobre errores en la captura de los datos de los signos vitales, la desmejora en la condición del paciente y su falta de atención. Por su parte, la ETS se encarga de la visualización de la prioridad, signos vitales y condiciones de los pacientes en la escena de emergencia.

5.2.4. Aplicaciones orientadas al traslado de pacientes en ambulancia

Enfocado en el área de la supervisión y control del paciente desde una ambulancia, en (Cullen *et al.*, 1999) se investiga la factibilidad y practicidad de transmitir en tiempo real los signos vitales, el audio y video de la situación de un paciente transportado en una ambulancia para su monitoreo desde un centro hospitalario. La investigación se centró en pacientes con traumas sensibles al tiempo de atención para reducir la morbilidad y mortalidad. Su estructura se compone de equipos comerciales para la medición de signos vitales y su transmisión a través del uso de sistemas de comunicación celular digital. Una interfaz gráfica permite al personal médico del centro hospitalario visualizar la información enviada desde la ambulancia, facilitando la definición de los procesos a seguir durante el arribo del paciente. De igual forma, en (Mandellos *et al.*, 2004), se desarrolla un sistema que permite al personal del Centro de Gestión de Emergencias (CGE) regional supervisar la situación de un paciente y controlarlo a través de instrucciones dictadas al personal de la ambulancia. Su estructura se compone de ambulancias y CGEs regionales. Las ambulancias están dotadas con un GPS y un desfibrilador que permite capturar y transmitir los signos vitales (EGG, FC, SpO₂, PA, TC y CO₂) a través de una red celular. En tanto que los CGEs regionales están dotados de un sistema de información geográfica (SIG), un servidor para almacenar imágenes y un servidor para almacenar los signos vitales.

Por su parte, en (Protogerakis, Gramatke, & Henning, 2009) se propone un sistema para mejorar el soporte de los pacientes en el lugar de la emergencia o en la ambulancia. Los signos vitales, video, audio y datos del paciente, tomados por los paramédicos en el lugar de la emergencia o en la ambulancia, son enviados a un médico del CGE para que se tome una decisión o delegue a un especialista del centro hospitalario. Los signos vitales son medidos con un monitor/desfibrilador con capacidad de capturar y exportar en tiempo real parámetros como ECG, FC, SpO₂, PA y CO₂. La auscultación se transmite en vivo a través de un estetoscopio electrónico inalámbrico. Además, la ambulancia está equipada con una cámara fija de control remoto, una cámara portátil, tres auriculares y una tableta con una aplicación para documentar el caso. El monitor, la tableta y todos los periféricos se conectan a una unidad de comunicación con capacidades de transmisión de datos por una red WiFi, la Red Pública de Telefonía (PSTN, por sus siglas en inglés) o a través de una red celular. El servidor en el CGE está conectado a una PSTN y a Internet.

Con un enfoque bastante similar a la investigación anterior, (Ho, Dang, & Le-Ngoc, 2015) propusieron una plataforma que permite capturar los signos vitales de un paciente y enviarlos a un servidor de base de datos (EHR), que puede ser consultada por los doctores a través de una aplicación web. Desarrollaron un monitor de signos vitales portable que integra equipos comerciales de medición de signos vitales (EGG, RC, SpO₂, PA y TC). Cada uno de los equipos de medición tiene una frecuencia de muestreo distinta, por lo que el monitor debe es capaz de identificar qué dato está recibiendo. Además, incorpora un módulo BLE, WiFi y 3G/4G para la transmisión de datos a un servidor EHR o a un computador.

En la siguiente Sección analizaremos la metodología para el diseño, implementación y valoración de un sistema para la documentación, visualización y supervisión de los datos fisiológicos de un paciente de trauma trasladado en ambulancia desde el lugar del evento hasta el hospital.

5.3 Materiales y métodos

El sistema propuesto fue diseñado con el objeto de permitir al personal de un centro hospitalario conocer y supervisar en forma re-

mota la situación de un paciente de trauma trasladado en ambulancia desde el lugar de la emergencia. En este contexto, los Técnicos Médicos de Emergencia (TMEs) emplearán el sistema para documentar la situación de trauma, capturar los principales signos vitales y enviar esta información al centro de emergencias para el monitoreo, planificación y preparación de los recursos necesarios para su atención. Debido a que el sistema de supervisión desarrollado fue ideado para un entorno pre-hospitalario de cuidado del trauma en la ciudad de Cuenca-Ecuador, fue necesario considerar sus características geográficas, demográficas y hospitalarias.

5.3.1 Ciudad de Cuenca (Ecuador)

La ciudad de Cuenca, ubicada en la provincia del Azuay (Ecuador), cuenta con una población aproximada de 331 888 habitantes dentro de una superficie de 70,59 km² en la zona urbana y 3,0 km² en la zona rural (“Información Censal Cantonal”, s/f; Bermeo Moyano, 2013). Su infraestructura hospitalaria es de alrededor de 12 hospitales equipados con recursos y personal médico capacitado para la atención del trauma. Además, se cuenta con instituciones gubernamentales y fundaciones sin fines de lucro, como el Sistema Integrado de Seguridad (ECU 911) y la Cruz Roja, con los recursos necesarios para la atención pre-hospitalaria del trauma, que coordinan su trabajo con los hospitales de la ciudad. Dada la superficie y el número de hospitales existentes en Cuenca, se puede asumir que existe un centro médico cada 6 km². Esto implica que, en general, el tiempo de traslado de un paciente desde el lugar de la emergencia es corto. Luego de realizar varias entrevistas a diferentes TMEs, se determinó que el tiempo promedio del traslado es de 7 minutos.

El modo de operación de los TMEs al arribar al lugar de la emergencia consiste en evaluar la situación del paciente, proveer los cuidados básicos, estabilizarlo y determinar si requiere, o no, ser transportado a un centro médico. De ser el caso, lo inmovilizan en una camilla, lo ingresan en una ambulancia y documentan sus datos personales y su situación fisiológica mientras lo trasladan. Normalmente, no emplean el monitor de signos vitales de la ambulancia ya que su configuración consume mucho tiempo y los cables interfieren con los procesos de atención.

5.3.2 Especificación de Requerimientos

Con base en las entrevistas efectuadas con los actores principales del sistema y las características de la ciudad, se determinaron los servicios a ser ofertados y las restricciones asociadas a su funcionamiento. Específicamente, se identificaron los siguientes requerimientos funcionales y no funcionales:

Requerimientos funcionales

- La aplicación móvil debe realizar la identificación y conexión con los sensores de signos vitales, visualizar los datos capturados, y transmitir continuamente esta información a un servidor remoto de base de datos.
- El servidor remoto debe almacenar y generar un reporte con los datos más actuales del paciente.

Requerimientos no funcionales

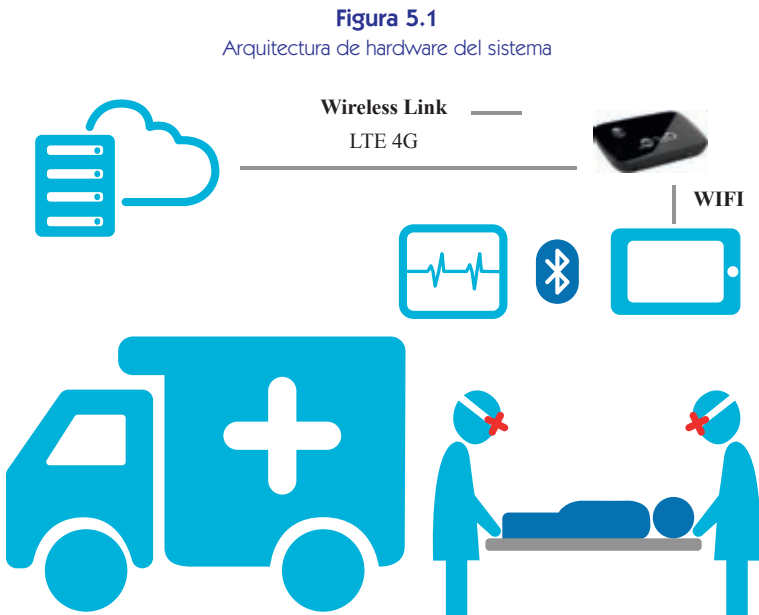
- La captura de signos vitales debe hacerse con sensores de bajo coste, portables e inalámbricos; además, deben tener capacidad de almacenamiento interno para evitar la pérdida de datos en caso de problemas con la transmisión.
- La aplicación móvil, la colocación de sensores y su mantenimiento debe ser diseñada para un fácil y rápido uso. Adicionalmente, se debe permitir, el ingreso de datos en forma manual.
- El envío de los datos debe efectuarse a través de la tecnología de comunicación inalámbrica más estable en la ciudad, garantizando su seguridad y una latencia menor a 5 segundos.

5.3.3 Arquitectura

Una vez que se estableció los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se procedió con el diseño y desarrollo de la arquitectura de hardware y software.

- **Arquitectura de hardware.** Como se puede observar en la Figura 5.1, el sistema está constituido por tres partes fundamentales:

una aplicación desplegada en un dispositivo móvil para el ingreso manual de información, la captación automática de los signos vitales a través de sensores y la transmisión y almacenamiento de la información.



- **Dispositivos para la medición de signos vitales.** En función de las entrevistas desarrolladas con varios TMEs y doctores especialistas en atención al trauma en la ciudad de Cuenca, se estableció que los signos vitales principales de un paciente a supervisar durante su traslado en ambulancia son: FC, SpO₂, RR y PA. Además, se identificó que en una situación pre-hospitalaria el FC y SpO₂ se miden en forma continua, el RR cada 10 minutos, y la PA cada 15 a 30 minutos. Los dispositivos para la medición de signos vitales que se integraron a la arquitectura de hardware son sensores comerciales de signos vitales. Esto se debe a las características de portabilidad, usabilidad, comunicación inalámbrica y bajo precio en comparación con un monitor/desfibrilador. Se empleó tres sensores: oxímetro de pulso, estetoscopio y esfigmomanómetro. Debido a las frecuencias de medición de

los signos vitales identificadas y el tiempo promedio de traslado en ambulancia de un paciente, se determinó que el oxímetro de pulso debe funcionar automáticamente y de manera continua, mientras el estetoscopio y el esfigmomanómetro deben funcionar manualmente y bajo demanda.

- **Tecnología de comunicación.** En función de los requerimientos de costos y performance del sistema, se optó por adquirir un *gateway* y *router* WiFi que ofrecen acceso a Internet a través de las redes celulares. Usualmente, las operadoras celulares incluyen estos equipos gratuitamente con la contratación de un plan de Internet móvil, por lo que el costo de la arquitectura de hardware podría disminuir sin afectar el rendimiento.

En este contexto, se realizó un análisis de las tecnologías de la comunicación desplegadas por las operadoras celulares que proporcionan planes de Internet móvil. Específicamente, se identificó tres tecnologías de comunicación desplegadas a lo largo de la ciudad y a través de las cuales las operadoras ofrecen planes de servicio de Internet móvil: LTE (a través de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, CNT), WiMAX (a través de la empresa pública ETAPA-EP) y EV-DO (ETAPAEP). Se identificaron varias características de estas tres redes de comunicación tales como: velocidad de transmisión, zonas de cobertura de la ciudad de Cuenca, compatibilidad con otras tecnologías de comunicación, y el nivel de aceptación y despliegue de estas redes a nivel mundial. En la Tabla 5.1 se puede apreciar los valores identificados.

Tabla 5.1
Características de las diferentes tecnologías de comunicación en la ciudad de Cuenca

TECNOLOGÍA	VELOCIDAD (DOWN/UP)	ZONA DE COBERTURA	COMPATIBILIDAD	DESPLIEGUE MUNDIAL
LTE	300/75	Urbana	3G, 2G	Alto
WiMAX	70/70	Urbana	N/A	Mediano
EV-DO	3.1/1.8	Rural	N/A	Bajo

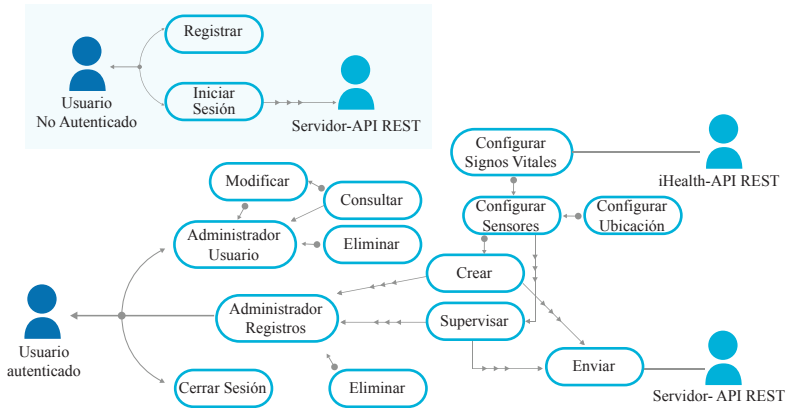
Con base en estas características, se determinó que el *gateway* y *router* Wifi (Mobile WiFi E5377) que ofrece CNT para el acceso a Internet a través de su red LTE, es el adecuado para el sistema.

Arquitectura de software. La arquitectura de software de un sistema detalla los requerimientos funcionales en relación a aspectos de conceptualización, propósito, desarrollo, procesamiento y seguridad. Esto es, describe qué y cómo se cumplirá los requerimientos establecidos. Desde un punto de vista lógico y funcional, nuestra propuesta está constituida por una aplicación móvil cuyo objetivo es generar un registro con la información personal del paciente y la situación de trauma. Esta información es enviada a un servidor para su procesamiento posterior.

Para la descripción de la arquitectura de software, en lo que sigue de este apartado, analizaremos la vista conceptual, lógica y de procesos. Se describe la interacción típica de un usuario con las funcionalidades del sistema, se muestran las funcionalidades provistas a los usuarios, y se especifica cada uno de los procesos internos ejecutados y la comunicación entre ellos.

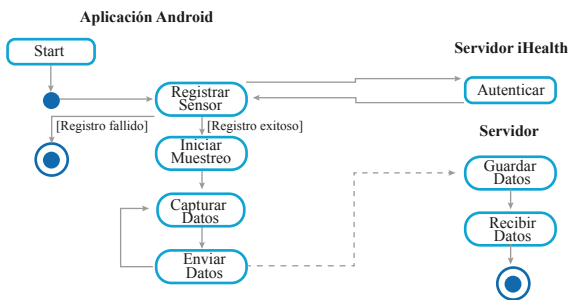
- **Vista conceptual.** Se definen dos estados de interacción del usuario con el sistema: no-autenticado y autenticado. En el primero, un usuario puede registrarse para generar un perfil en la aplicación e iniciar una sesión para hacer uso de sus funcionalidades principales. Mientras que, en el segundo, el usuario puede (i) gestionar su perfil: consultarlo, modificarlo o eliminarlo; (ii) gestionar registros pre-hospitalarios: crear, supervisar o eliminar un registro; y (iii) gestionar los sensores de signos vitales. La Figura 5.2 ilustra el diagrama de casos de uso del sistema.
- **Vista lógica:** Se definieron las clases Hospital, Ambulancia, Usuario, Registro, Ritmo Cardíaco, SpO₂, Presión Arterial, Ritmo Respiratorio y Lecturas. Así, un Registro es generado por un Usuario de una Ambulancia particular que puede estar asociada a un Hospital determinado. El registro contiene todos los datos relacionados a la urgencia y al paciente: edad y sexo, tipo de lesión, tratamiento, estado de embarazo, entre otros. Hospital y Ambulancia registran su ubicación geográfica por lo que es posible calcular el tiempo promedio de arribo.

Figura 5.2
Diagrama de casos de uso del sistema



- Vista de procesos:** El caso de uso para la configuración de los sensores de signos vitales involucra aspectos de concurrencia cuando se capturan los signos vitales y se envían al servidor. Específicamente, este caso de uso inicia con el registro del sensor de signos vitales en la aplicación móvil a través del API REST de iHealth (oxímetro seleccionado). El servicio retorna una respuesta de éxito o fracaso de registro del sensor. Si la respuesta es afirmativa, se inicia el muestreo del sensor, la captura del signo vital en la aplicación y su envío al servidor para su almacenamiento; de lo contrario, el caso de uso es finalizado. La Figura 5.3 ilustra el diagrama de actividades de la configuración de los sensores.

Figura 5.3
Diagrama de actividades para la configuración de los sensores de signos vitales



5.3.4 Ejecución de las pruebas controladas y de campo

Las pruebas del sistema permitieron verificar que requerimientos funcionales y no funcionales fueron incorporados correctamente al sistema. Las pruebas se dividieron en controladas y de campo.

Prueba controlada. Ejecutada en un ambiente controlado, su objetivo fue evaluar el comportamiento de la funcionalidad del sistema y de la red LTE en condiciones de alta demanda. Para el desarrollo de esta prueba, se consultó los lugares con mayor incidencia de accidentes en Cuenca. En particular, se solicitó al ECU 911 las estadísticas de accidentes. Con esta información, se identificó los lugares de la ciudad con mayor frecuencia de accidentes de tránsito y se planificó la ruta más corta a recorrer en un vehículo particular.

Adicionalmente, se buscaron ocho sujetos de prueba, se configuraron los equipos y se determinó la hora para la ejecución del recorrido. Según la operadora celular CNT, la red LTE se encuentra con mayor congestión entre las 14 y 16 horas. Por lo tanto, se ejecutaron las pruebas en ese horario para verificar el comportamiento de la transmisión de los datos en condiciones de alta demanda.

Prueba de campo. Esta prueba estuvo destinada a ejecutarse en situaciones de emergencia reales atendidas por un equipo de TEMs. El objetivo principal es evaluar la capacitación, usabilidad y aceptación del sistema entre los actores principales del sistema de atención pre-hospitalaria. Para su desarrollo, se capacitó a personal del Hospital Vicente Corral Moscoso en la configuración y uso del sistema desarrollado: documentación digital de la información y situación del paciente, ingreso manual de los signos vitales y el registro, activación y colocación del oxímetro de pulso.

Para la prueba, se planificó la atención de dos situaciones

pre-hospitalarias de orden leve y moderada. La ruta de ambas emergencias fue desde el Centro de Rehabilitación Social Sierra Centro Sur Turi hasta el Hospital Vicente Corral Moscoso. En ambas emergencias se supervisó la FC y el SpO₂ haciendo uso el oxímetro de pulso inalámbrico del sistema y el monitor EDAN de la ambulancia. Estas lec-

turas permitieron comparar los valores capturados por el sistema desarrollado y el equipo usual de la ambulancia.

5.4 Resultados y discusión

En esta sección se presentan los resultados obtenidos por la ejecución de las pruebas planificadas para verificación de la correcta incorporación al sistema de los requerimientos funcionales y no funcionales.

5.4.1 Resultado de la prueba controlada

En esta prueba se realizó el recorrido en un vehículo particular con ocho sujetos de prueba: cuatro mujeres y cuatro hombres. De cada uno de ellos, mientras se recorría la ruta designada, se obtuvieron los valores de la FC, SpO₂, PA y RR.

Durante la ejecución de esta prueba, la red LTE permaneció estable, por lo que la tasa de recepción de los datos transmitidos por la aplicación fue del 100 %. Además, el tiempo promedio desde la captura de los signos vitales hasta su recepción en el servidor fue de 3,37 segundos.

Los resultados obtenidos de la ejecución de la prueba controlada validan que el sistema realiza el envío de los datos por una red estable a lo largo de la ciudad. Además, el tiempo promedio de envío de los datos está por debajo del estipulado en los requerimientos no-funcionales del sistema.

5.4.2 Resultado de la prueba de campo

Como se mencionó en la Subsección 3.4, un equipo de TME fue capacitado, cubriendo aspectos relacionados a la documentación digital de la información y situación del paciente, ingreso manual de los signos vitales, y el registro, activación y colocación del oxímetro de pulso. Sin embargo, el mantenimiento de los sensores no fue incluido durante el entrenamiento. Este proceso tuvo una duración de una hora. Al final de la capacitación, cada participante fue capaz de emplear correctamente el sistema en una simulación de una situación prehospitalaria. Por lo tanto, el requerimiento no funcional relacionado al entrenamiento del personal quedó satisfecho.

Esta prueba también contempló la supervisión de dos situaciones reales. El tiempo promedio del traslado en ambulancia de ambas situaciones fue de 11 minutos, lo que lo sitúa 4 minutos por encima del promedio reportado en entrevistas previas. El personal únicamente empleó el oxímetro de pulso como sensor de signos vitales dado que la situación no ameritaba emplear otros sensores.

Adicionalmente, se tomó el tiempo promedio gastado por el personal médico en colocar y activar el oxímetro de pulso en el paciente. El resultado de 3 minutos obtenido supera por un minuto al tiempo definido en el requerimiento no funcional relacionado a este aspecto. Por último, se observó que las mediciones capturadas por el monitor EDAN equipado en la ambulancia son similares a las obtenidas por el oxímetro de pulso del sistema con un margen de error de ± 2 .

Estos resultados sugieren que el sistema es capaz de operarse en situaciones pre-hospitalarias con un rendimiento bastante cercano al esperado.

5.5 Conclusiones

En este trabajo se presentó el diseño, implementación y valoración de un sistema de monitoreo de signos vitales de pacientes de trauma transportados en una ambulancia. Los resultados de las pruebas ejecutadas en el ambiente controlado mostraron la factibilidad, fiabilidad y viabilidad de su implementación. Las comunicaciones permanecieron estables y la latencia en el envío de los datos se mantuvo dentro de los requerimientos estipulados. De igual forma, los resultados de las pruebas de campo confirmaron los resultados anteriores, con un rendimiento muy cercano a los requerimientos de funcionamiento del sistema.

5.6 Referencias

Abt, C., Backeris, P., Bhargava, M., Ennist, L., Garofalo, R., Husain, S., ... Shevach, G. (2010). Digital Triage Assistant. En *Proceedings of the 2010 IEEE 36th Annual Northeast Bioengineering Conference (NEBEC)* (pp. 1-2). <https://doi.org/10.1109/NEBC.2010.5458201>

- Alshorman, S., Jaber, F. T., & Bensaali, F. (2015). A Wireless Oxygen Saturation and Heart Rate Monitoring and Alarming System Based on the Qatar Early Warning Scoring System. En *2015 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 787-790). <https://doi.org/10.1109/CSCI.2015.75>
- Arteaga, J. (2015). Informe Aprobado DR2-DPA-AI-0019-2015 Internet Of 0279-DR2-DPA-AI. Cuenca: ETAPA EP. Recuperado a partir de <http://www.etapa.net.ec/Portals/0/Ley%20de%20Transparencia/Auditorias/Informe%20aprobado%20DR2-DPA-AI-00192015%20Internet%20of%2020279-DR2-DPA-AI.PDF>
- Bermeo Moyano, H. V. (2013). Implementación de la metodología de análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal-Cuenca. Recuperado a partir de <http://repositorio.cedia.org.ec/handle/123456789/842>
- Bee, R., & Jeffrey, M. (2012). *Trauma Care & EMS Operations*. Delmar, Cengage Learning.
- Blomberg, H., Svennblom, B., Michaelsson, K., Byberg, L., Johansson, J., & Geborg, R. (2013). Prehospital Trauma Life Support Training of Ambulance Caregivers and Outcomes of Traffic-Injury Victims in Sweden. *Journal of the American College of Surgeons*, 1010-1019.
- Cullen, J., Gaasch, W. R., Gagliano, D. M., Gunawardane, R., Hu, P. F., LaMonte, M. P., ... Xiao, Y. (1999). Mobile telemedicine system. En *Proceedings of the First Joint BMES/EMBS Conference*. IEEE Engineering in Medicine and Biology 21st Annual Conference and the 1999 Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society (Cat. N Vol. 2, p. 707 vol.2-vol.). <https://doi.org/10.1109/IEMBS.1999.803862>
- Gao, T., Massey, T., Bishop, W., Bernstein, D., Selavo, L., Alm, A., ... Sarrafzadeh, M. (2006). Integration of Triage and Biomedical Devices for Continuous, Real-Time, Automated Patient Monitoring. En *3rd IEEE/EMBS International Summer School on Medical Devices and Biosensors* (pp. 34-39). <https://doi.org/10.1109/ISSMDBS.2006.360091>
- Gao, T., Pesto, C., Selavo, L., Chen, Y., Ko, J., Lim, J., ... Welsh, M. (2008). Wireless Medical Sensor Networks in Emergency Response: Implementation and Pilot Results. En *IEEE Conference on Technologies for Homeland Security* (pp. 187-192). <https://doi.org/10.1109/THS.2008.4534447>
- Gao, T., & White, D. (2006). A next generation electronic triage to aid mass casualty emergency medical response. En *International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (Vol. Supplement, pp. 6501-6504). <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2006.260881>
- Gao, Tia, Greenspan, D., Welsh, M., Juang, R. R., & Alm, A. (2005). Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network. En *IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference* (pp. 102-105). <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2005.1616352>

- Ho, Q. D., Dang, A. T., & Le-Ngoc, T. (2015). A ubiquitous multiple-radio patient vital sign capture platform. En *IEEE International Conference on Communication Workshop (ICCW)* (pp. 253-258). <https://doi.org/10.1109/ICCW.2015.7247187>
- Ho, Q. D., & Le-Ngoc, T. (2014). iVS: an intelligent end-to-end vital sign capture platform using smartphones. En *IEEE 11th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/CCNC.2014.7111682>
- Información Censal Cantonal (s/f). Recuperado el 13 de febrero de 2017, a partir de http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=129&lang=es
- Institute for Health Metrics and Evaluation (s/f). Recuperado el 2 de febrero de 2017, a partir de <http://www.healthdata.org/institute-health-metrics-and-evaluation>
- Lee, D. S., Lee, Y. D., Chung, W. Y., & Myllyla, R. (2006). Vital Sign Monitoring System with Life Emergency Event Detection using Wireless Sensor Network. En *5th IEEE Conference on Sensors* (pp. 518-521). <https://doi.org/10.1109/ICSENS.2007.355519>
- Lidal, I. B., Holte, H. H., & Vist, G. E. (2013). Triage systems for pre-hospital emergency medical services - a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 21, 28. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-21-28>
- Lv, Z., Xia, F., Wu, G., Yao, L., & Chen, Z. (2010). iCare: A Mobile Health Monitoring System for the Elderly. En *Green Computing and Communications (GreenCom), 2010 IEEE/ACM Int'l Conference on Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom)* (pp. 699-705). <https://doi.org/10.1109/GreenCom-CPSCom.2010.84>
- Mandellos, G. J., Lymperopoulos, D. K., Koukias, M. N., Tzes, A., Lazarou, N., & Vagianos, C. (2004). A novel mobile telemedicine system for ambulance transport. Design and evaluation. En *The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (Vol. 2, pp. 3080-3083). <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2004.1403870>
- Mizumoto, T., Imazu, S., Sun, W., Shibata, N., & Yasumoto, K. (2012). Emergency medical support system for visualizing locations and vital signs of patients in Mass Casualty Incident. En *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops* (pp. 740-745). <https://doi.org/10.1109/PerComW.2012.6197611>
- Pepe, P. E., Wyatt, C. H., Bickell, W. H., Bailey, M. L., & Mattox, K. L. (1987). The relationship between total prehospital time and outcome in hypotensive victims of penetrating injuries. *Annals of Emergency Medicine*, 16(3), 293-297. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(87\)80174-9](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(87)80174-9)

- Protoerakis, M., Gramatke, A., & Henning, K. (2009). A System Architecture for a Telematic Support System in Emergency Medical Services. En *3rd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering* (pp. 1-4). <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2009.5162255>
- Rivera, L. A., Rivera, M. G., Sánchez, J. C., & Russi, M. (2014). Interfaz para unificar el sistema de triage en un servicio de urgencias m #x00E9;dicas. En *IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)* (pp. 686-691). <https://doi.org/10.1109/ARGENCON.2014.6868572>
- Sakanushi, K., Hieda, T., Shiraishi, T., Ode, Y., Takeuchi, Y., Imai, M., ... Tanaka, H. (2011). Electronic Triage System: Casualties Monitoring System in the Disaster Scene. En *International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing* (pp. 317-322). <https://doi.org/10.1109/3PGCIC.2011.58>
- Shivakumar, N. S., & Sasikala, M. (2014). Design of vital sign monitor based on wireless sensor networks and telemedicine technology. En *International Conference on Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCEE)* (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1109/ICGCCEE.2014.6922257>
- Smalls, J., Wang, Y., Li, X., Chen, Z., & Tang, K. W. (2009). Health monitoring systems for massive emergency situations. En *IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference* (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1109/LISAT.2009.5031574>
- Tamura, T. (2014). Sensing Technologies for Biomedical Telemetry. In *Handbook of Biomedical Telemetry* (pp. 76-107). <https://doi.org/10.1002/9781118893715.ch4>
- Touati, F., & Tabish, R. (2013). U-healthcare system: State-of-the-art review and challenges. *Journal of Medical Systems*, 37(3). <https://doi.org/10.1007/s10916-013-9949-0>
- Traumatic Injury (s/f). Recuperado el 1 de febrero de 2017, a partir de <https://ufhealth.org/traumatic-injury>
- Ummenhofer, W., Albrecht, R., & Scheidegger, D. (2004). Pre-hospital care and triage in trauma. En P. A. G. M.D (Ed.), *Anaesthesia, Pain, Intensive Care and Emergency Medicine — A.P.I.C.E.* (pp. 1019-1034). Springer Milan. https://doi.org/10.1007/978-88-470-2189-1_29
- Varghese, M., Sasser, S., Kellermann, A., Lormand, J.-D., & Prevention, W. H. O. D. of I. and V. (2005). *Prehospital trauma care systems*. Geneva : World Health Organization. Recuperado a partir de <http://www.who.int/iris/handle/10665/43167>
- WHO Group Consultation on Health Telematics, S. (1998). A health telematics policy in support of WHO's Health-for-all strategy for global health development: report of the WHO Group Consultation on Health Telematics, 11-16 December, Geneva, 1997. Recuperado a partir de <http://www.who.int/iris/handle/10665/63857>

PARTE 2

Entornos virtuales de aprendizaje
para el manejo y prevención del trauma

Capítulo 6

Capacitación b-learning en manejo inicial y prevención de trauma en niños y adolescentes

PALACIOS ESPINOZA ELVIRA^{1, 2}
elvira.palacios@ucuenca.edu.ec

VANEGAS COVEÑA DIANA^{1, 2}
diana.vanegas@ucuenca.edu.ec

PINO ANDRADE RAÚL^{1, 2}
haldopino@hotmail.com

REINOSO NARANJO JEOVANNI^{1, 2}
jeovadoc23@hotmail.com

ORTIZ SEGARRA JOSÉ^{1, 2}
jose.ortiz@ucuenca.edu.ec

SOLIS CABRERA VANESSA
vasc_1086@hotmail.com

MERCHÁN MORALES MARCO
marcom3m@hotmail.com

*RODAS VANEGAS ADRIÁN*²
adrferova@hotmail.com

VELASCO PIEDRA ENMANUEL
enmanuelvelasco@computrade-ec.com

¹ Universidad de Cuenca

² Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

Introducción: La evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC, ha exigido un cambio tanto en la medicina como en la educación general, transformando totalmente el rol del docente y brindando mayor autonomía al estudiante. El Trauma es un problema de salud pública, por lo tanto requiere decisiones urgentes y adecuadas por personal capacitado, así como la disponibilidad de equipos y un sistema articulado de atención. *Objetivos:* diseñar, aplicar y evaluar un programa educativo bajo la modalidad b-learning en manejo inicial y prevención de trauma en niños y adolescentes. *Metodología:* en la primera fase se realizó un estudio cuasiexperimental que incluyó a 160 estudiantes de la carrera de Medicina, se aplicó un programa de capacitación bajo la modalidad b-learning. La segunda fase fue un estudio descriptivo que se basó en una encuesta sobre disponibilidad de recursos y capacitación de médicos rurales sobre trauma en niños; con los resultados se rediseñó y desarrolló un nuevo programa de capacitación con la misma modalidad. *Resultados:* en la primera fase se alcanzó mejoría en Conocimientos, Actitudes y Prácticas (CAP's) en el 21%, más variación se encontró en las actitudes (85%), seguido de prácticas (50%) y conocimientos (33%). En la segunda fase, el resultado de las encuestas mostró que el 73.68% de los médicos estudiaron en la Universidad de Cuenca; el 65% había recibido únicamente clases teóricas sobre trauma en niños, menos del 40% online y en menor porcentaje (16%) en modalidad combinada. La disponibilidad de recursos para atención de trauma en niños en sus unidades de salud no era completa. Con el programa de capacitación se logró mejoría de los CAP's de 31.78% en el pretest al 98.22% en el postest. *Conclusiones:* la capacitación previa en trauma pediátrico es insuficiente tanto en estudiantes de Medicina como en médicos rurales. La teleeducación a través de la modalidad b-learning es una herramienta que puede ser utilizada para complementar la formación en temas específicos, como lo demuestra este estudio y otros de similares características.

Palabras clave: Trauma en niños, Atención inicial, Prevención, Teleeducación, b-learning, MOOC.

6.1 Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han revolucionado todos los campos del conocimiento, en especial la medicina y la educación. Son una exigencia permanente por los rápidos avances de la ciencia y las demandas de una educación de calidad. Su uso ha mejorado el nivel de los docentes y ha fortalecido la educación. Por otro lado, la sociedad cambia constantemente en lo social, económico, político, cultural, ideológico y tecnológico; lo que plantea exigencias, demandas y desafíos al ámbito educativo, lo cual hace surgir nuevos enfoques metodológicos, herramientas y estrategias didácticas haciendo que el estudiante se convierta en sujeto activo, participativo, autónomo,

creativo y reflexivo en la construcción de su propio conocimiento (Yáñez, Ortiz, & Espinosa, 2016).

La aparición de las TIC en el proceso de aprendizaje transforma la manera de relacionarse con la sociedad y la adquisición de conocimientos. Diversos organismos internacionales como la ONU reconocen la importancia de las TIC al servicio del desarrollo humano en los países de América Latina (Yáñez *et al.*, 2016). Para la UNESCO, las TIC mejoran la educación al superar barreras geográficas, y desarrollar habilidades tecnológicas que permiten el aprendizaje mediante el uso de medios y la formación docente fortalecida. Han transformado el papel tradicional profesor-alumno; los estudiantes adquieren mayor autonomía y responsabilidad en el proceso, siendo sujetos activos, lo que obliga al docente a salir de su rol clásico como transmisor del conocimiento (Ríos Ruiz, 2015).

El avance de las TIC genera su uso cada vez más frecuente, es así que en Ecuador, 8 de cada 10 jóvenes de 16 a 24 años usaron internet en 2016 al menos una vez al día; la quinta parte lo hicieron con fines educativos y de aprendizaje (INEC, 2016).

En el campo de la salud, la telemedicina es una herramienta tecnológica que apoya la salud de las personas alrededor del mundo, permite el apoyo al diagnóstico y las decisiones médicas, atención a poblaciones remotas y subatendidas, educación de médicos y pacientes. La telesalud tiene un rango de acción más amplio, incluye la teleeducación, teleconsulta, telepráctica, teleinvestigación (Burke, Hall, &, 2015).

Por otro lado, reconociendo que el trauma es un problema de salud pública que afecta a diferentes grupos poblacionales y produce altas tasas de mortalidad y secuelas, que podrían disminuir mediante la aplicación de programas de prevención y también con atención de salud oportuna e integral; sin embargo la formación en abordaje del trauma y especialmente en el de niños y adolescentes, no está contemplada en el pensum de estudios del médico general. Los pacientes traumatizados requieren atención inmediata en el lugar más cercano a la ocurrencia del accidente, por lo que acuden a unidades del primer nivel del sistema de salud, por lo tanto el personal debe tener los conocimientos y destrezas que le permitan realizar acciones oportunas y adecuadas.

En este contexto, como parte del grupo de trabajo Telemedicina y Telesalud para el manejo del trauma, el objetivo de la presente investigación fue diseñar, aplicar y evaluar un programa educativo bajo la modalidad b-learning en manejo inicial y prevención de trauma en niños y adolescentes.

6.2 Estado del Arte

6.2.1 Telemedicina

El concepto de telemedicina surge en la década de los 70 con del desarrollo de las tecnologías de información y comunicación y las posibilidades que ofrecen los ordenadores, el internet, los teléfonos móviles para vencer las barreras geográficas y dar facilidad en el acceso a cuidados de salud (OMS, 2010). Desde sus inicios el propósito fundamental ha sido apoyar la salud de las personas alrededor del mundo, permite el apoyo al diagnóstico mediante la interpretación de exámenes a distancia, a la toma de decisiones en el tratamiento de pacientes, a la atención a poblaciones distantes por su ubicación geográfica, a la educación de médicos y pacientes. La Telemedicina y la telesalud en la actualidad se consideran sinónimos, incluyen teleeducación a estudiantes, profesionales, pacientes y familiares, teleconsulta con la participación de expertos en lugares remotos, telepráctica para apoyo a tratamiento y diagnóstico en lugares distantes y la teleinvestigación con el acceso a bases de datos, registros electrónicos de pacientes entre otros (Burke, Hall, &, 2015).

6.2.2 Teleeducación

Es una modalidad útil para capacitar a distancia utilizando terminales informáticos (Tablet, Smartphone, PC, etc.) e Internet; el estudiante decide cómo, cuándo y dónde realiza las actividades didácticas, con igual validez que las presenciales (De Ortuzar, M., Busdygan, D., Márquez, Y., & Matus, E., 2014); la formación se realiza fundamentalmente a distancia bajo las siguientes modalidades:

- **E-learning:** electronic learning, a través de herramientas informáticas. Usa la pedagogía y la tecnología (TIC) (Sarmiento, A., 2014) (Loria-Castellanos, J., 2014). Los Learning Management

System crean, administran y gestionan actividades virtuales, son interactivos, funcionales, ubicuos (Clarenc, 2013).

- **U-learning:** aprendizaje ubicuo o en un ambiente de “segunda vida” o universal (Alsheail, 2010): accesible en cualquier momento y lugar, por medios digitales (Shin, Shin, Choo, & Beom, 2011).
- **B-learning:** semipresencial, combinado e híbrido. Junta lo presencial con lo virtual para un aprendizaje eficaz (Benson & Voller, 2014). La deslocalización física y temporal, interacción, ambiente autónomo de aprendizaje y mejor vigilancia sobre el trabajo de estudiantes lo hacen útil (Ochoa & Martínez, 2014). Varios estudios han mostrado ventajas de los estudios b-learning sobre los e-learning y los presenciales; permiten al mismo tiempo autonomía en el aprendizaje y renovación de la enseñanza (Ruiz B. C., 2011).

Estas modalidades de enseñanza aprendizaje pueden ser aplicadas a través de cursos abiertos, los más usados: Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular (Moodle), Cursos Abiertos de Acceso Masivo (MOOC), que se consideran como una nueva modalidad de formación online, un nuevo espacio de autoaprendizaje donde se puede aprender de y con los participantes que forman la comunidad de alumnos y profesores de cada curso, añadiendo un carácter universal y colaborativo que resulta diferenciador de otros modelos de enseñanza basados en redes telemáticas (González, M., Bernabé, M., 2014).

El término MOOC fue acuñado por Dave Cormier y Bryan Alexander en el año 2008, pero su origen se relaciona con la corriente conocida como Open Course Ware (OCW) en 2001. Los MOOC irrumpen desde una filosofía que abre un camino para aprender representando un punto de inflexión en la educación superior, y son interpretados por algunos autores en el marco de la teoría denominada disruptive innovation theory (teoría de las innovaciones disruptivas). En el 2012 se fundaron y consolidaron diversidad de plataformas de cursos MOOC, entre las que se destacan Coursera, EdX, Udacity, Khan Academy, Udemy, Open 2 Study, Canvas Network (González, M., Bernabé, M., 2014).

Se debe considerar la carga académica de los estudiantes al momento de desarrollar programas de aprendizaje en ambientes de b-

learning, en especial cuando se dejan tareas de trabajo independiente, una sobrecarga restringe el tiempo para dedicarse al desarrollo de las actividades planteadas. Esto obliga a pensar en la importancia de planificar y organizar adecuadamente el tiempo y espacio de estudio, que se relaciona con una alta confianza del estudiante en sí mismo, con unas percepciones positivas de su aprendizaje y por ende con la satisfacción en el proceso (Camacho, Laverde, & Mesa, 2012).

En el estudio de Rosales se reportó resultados superiores al 90% en relación a la percepción de los estudiantes sobre los cursos b-learning, considerándolos como excelentes para la obtención y organización de la información en forma fácil, actualizada y en cualquier momento, lo cual nos indica que los estudiantes perciben a las TIC como herramientas eficaces, por lo que los docentes deben aprovechar esta percepción sobre las ventajas de cursos semipresenciales; otro beneficio constituye la optimización de recursos materiales y humanos (Rosales Gracia, Gómez López, & Guzmán Acuña, 2012).

6.2.3 Trauma en niños y adolescentes

El trauma es la segunda causa de mortalidad a nivel mundial, y de altas tasas de discapacidad, sobre todo en niños; los más frecuentes son caídas, quemaduras y accidentes de tránsito (Pino, Hurtado, Alejandra, Ocares, & Carolina, 2013). La OMS en 2008 indicó que la tasa de mortalidad infantil es 3.4 veces mayor en los países de bajos y medianos ingresos, aunque existen grandes variaciones de acuerdo con el tipo de lesión; de estas muertes (Peden, UNICEF, & World Health Organization, 2008).

En Bogotá se encontró un predominio de trauma en varones (1,45 a 1), de 11 a 15 años (Bornacell, Álvarez, Ocampo, Amaya, & Medina, 2015). El traumatismo grave del niño es menos frecuente, pero complejo por su particularidad morfológica y fisiológica.

En Cuenca el trauma es la tercera causa de mortalidad, en 2011 el SIS ECU (Sistema Integrado de Comunicación) reportó que la frecuencia de llamadas por trauma de personas de 0 y 19 años, correspondía al 8 y 18% (Sarmiento Ortiz, Sarmiento León, Martínez Reyes, & Salamea Molina, 2012).

En el Hospital José Carrasco Arteaga de Cuenca, el Trauma Pediátrico fue una condición frecuente como motivo de atención en el servicio de Emergencia; el sexo masculino y el grupo de edad entre 0 y 3 años fueron los más afectados; el traumatismo craneoencefálico y las fracturas fueron las lesiones más frecuentes; las caídas junto con los accidentes de tránsito constituyeron sus principales mecanismos, información concordante con resultados de estudios similares (Ruiz, S., Samaniego, G., Tola, M., & Córdova, F., 2016).

La evolución temporal en la mortalidad del traumatismo es trimodal: en los primeros minutos, ocurren las muertes inevitables por su gravedad; en la primera hora conocida como “hora de oro”, el 60% de muertes que ocurren podrían prevenirse con una atención prehospitalaria correcta y oportuna; días o semanas después, se producen las muertes por la gravedad del trauma de cráneo, por la disfunción multiorgánica o la sepsis, o por la atención inadecuada en la “hora de oro”. Un entrenamiento adecuado y continuo del personal de la etapa prehospitalaria, mejorará la atención en el lugar de la lesión y el traslado del paciente (Neira, J., & Tisminetsky, G., 2010). Muchos factores afectan esta situación: las vías de acceso y distancia a un hospital especializado, el tiempo de respuesta prehospitalario y la rapidez en la toma de decisiones.

El sistema de atención de trauma incluye la integración de diversos procesos: administración, legislación, comunicación, educación, atención y traslados, y evaluación. En la atención integral del trauma es fundamental la prevención, la asistencia prehospitalaria y hospitalaria especializada, y la rehabilitación y reincorporación del paciente a la vida cotidiana. La atención inmediata y de máximo nivel “in situ”, el transporte urgente, adecuado y capacitado al centro hospitalario para tratamiento definitivo es primordial para lograr un desenlace favorable.

En la formación del médico general no se aborda de manera suficiente el trauma infantil; estudios demuestran que estudiantes de último año de Medicina en Londres y Canadá tenían escasa enseñanza basada en evidencia sobre trauma, y ninguna en la técnica básica de la inmovilización de columna cervical; la mitad de ellos no habían asistido a un curso de Soporte Vital Básico (SVB) (Mastoridis, Shanmugarajah, & Kneebone, 2011).

No todos los médicos se sienten capacitados para atender a un paciente politraumatizado, a pesar de tener un nivel aceptable de conocimientos teóricos sobre el tema, pocos se encuentran actualizados en el tratamiento al paciente traumatizado (Labrada Despaigne, 2011).

La dotación de insumos en la unidad de salud es otro puntal en el manejo adecuado de este problema de salud. En diferentes investigaciones se ha encontrado que no siempre los sistemas de apoyo son óptimos. Por ejemplo los hospitales de Nepal y de la India tienen deficiencias sobre todo en electricidad y en equipos básicos (Shah, Bhattarai, *et al.*, 2015) (Shah, Joshipura, *et al.*, 2015). En Medellín, no se existe dotación total de las ambulancias pediátricas con alta tecnología, ni entrenamiento del personal contratado, lo que entorpece el manejo del paciente pediátrico politraumatizado (Murillo Rivas, Arcila Acevedo, & Jaramillo Cuesta, 2015).

En Ecuador el sistema de atención de trauma entrena y capacita a su personal en manejo prehospitalario, evaluación, resucitación y diagnóstico; sin embargo en la evaluación sobre Soporte Vital Avanzado Pediátrico (PALS) en los servicios de emergencia en trauma fuera del hospital, únicamente el 36% de paramédicos respondieron adecuadamente a las preguntas sobre intervenciones; hubo diferencia en la intubación, en el acceso vascular e intraóseo entre los entrenados y los no entrenados (Murillo Rivas *et al.*, 2015) (Crespo & Yugsi, 2013). Actualmente, en Ecuador no contamos con un sistema integrado de emergencias que conecte todos los subsistemas regionales, provinciales e interinstitucionales, por lo que resulta vital las normas, reglamentación y protocolización de un sistema de atención de emergencias a todos sus niveles (MSP, 2011).

Con estos antecedentes, el grupo de investigación de la Universidad de Cuenca se planteó la necesidad de implementar, desarrollar y evaluar programas de capacitación bajo la modalidad b-learning sobre prevención y manejo inicial de trauma en niños y adolescentes.

6.3 Materiales y métodos

Primera fase

En la primera fase se realizó un estudio cuasiexperimental con los estudiantes de quinto año de la carrera de Medicina, con el objetivo de evaluar los cambios en los Conocimientos, Actitudes y Prácticas (CAP's) en prevención y manejo inicial de trauma en niños y adolescentes, luego de la intervención, que consistió en la aplicación del programa educativo usando el modelo b-learning.

En el estudio participaron 160 estudiantes, 67 fueron del grupo de intervención y 93 del grupo control. Al inicio del estudio se realizó una encuesta sobre CAP's en relación a prevención de trauma en niños y adolescentes; así como sobre manejo inicial de esta patología.

El programa educativo se aplicó mediante el modelo b-learning, compuesto de una parte virtual en la que se revisó 12 módulos durante un periodo de 30 días a través de la plataforma Moodle, cada uno formado por: introducción contenido, chats, videos, actividades de reforzamiento (revisión de casos clínicos, evaluaciones). Los estudiantes contaban con apoyo de los tutores por vía virtual en forma permanente.

La parte presencial, que se realizó en el laboratorio de Simulación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, estuvo constituida por talleres de: Reanimación Cardiopulmonar Básica (RCP), Vía Aérea y Ventilación y Estabilización y Transporte.

Segunda fase

Con los resultados de la primera fase, y con el objeto de identificar las necesidades de formación de los médicos sobre prevención y atención inicial de trauma en niños y adolescentes, así como también los recursos con que cuentan las unidades de atención en donde laboran, se realizó un estudio descriptivo mediante una encuesta online en la que participaron 76 profesionales que cumplían su año de Medicatura Ru-

ral³, en la Zona 6 de salud (Azuay, Cañar y Morona Santiago); el instrumento incluyó variables demográficas, de capacitación y necesidades de formación de los médicos, de capacidad instalada de unidades de salud (recursos humanos y materiales).

Una vez identificadas las necesidades de formación, se procedió a reestructurar los contenidos del programa educativo, el que se desarrolló bajo la misma modalidad, con una parte virtual con cuatro módulos, y una presencial en los laboratorios de Simulación.

La parte virtual fue impartida utilizando el curso MOOC con la plataforma de código abierto Open EdX, que es una herramienta de capacitación masiva para hospedar cursos en línea de nivel universitarios, de un amplio rango de disciplinas para todo el mundo sin costos, para propiciar la investigación y el aprendizaje (Ospina, J., Zorio, J., & García, M., 2016).

Se aplicó un pretest y postest sobre CAP's en trauma pediátrico y de adolescentes, en el grupo de médicos que cumplió todas las fases del programa educativo; para determinar si hubo diferencia estadísticamente significativa antes y después, se obtuvo el Chi cuadrado de McNemar.

6.4 Resultados

Primera fase

En la primera fase los estudiantes de Medicina incluidos en el estudio cuasiexperimental tuvieron una edad promedio de 23,16 años. 59% mujeres y 41% varones.

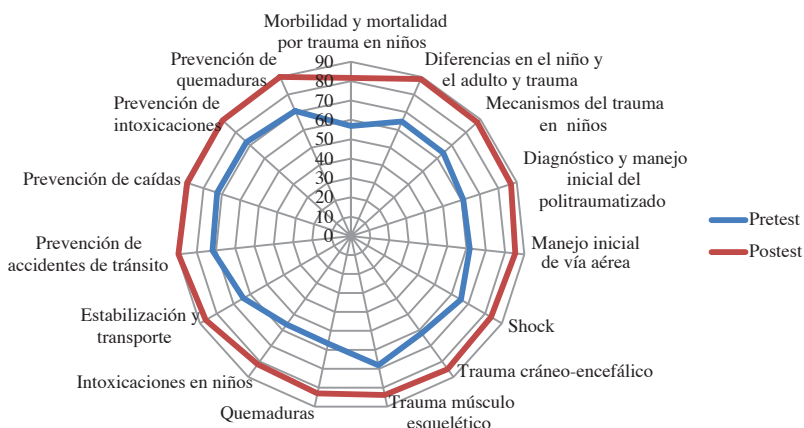
Luego del programa b-learning de acuerdo a la opinión de los estudiantes sobre si estaban capacitados para el manejo y prevención de trauma en niños y 21%, lo que puede observarse en la Figura 6.1, que se

3 Año obligatorio de servicio social que realizan los médicos luego de su graduación, para su habilitación profesional, de acuerdo a las leyes ecuatorianas.

muestra la variación en las opiniones sobre los CAP's en cada uno de los módulos en el grupo de intervención.

Figura 6.1

Variación de la opinión sobre conocimientos, actitudes y prácticas en el grupo de intervención en el curso: Manejo inicial y prevención de trauma en niños y adolescentes (Palacios E. *et al.*, 2016)



Se utilizó la prueba de rangos de Wilcoxon para comparación de medianas de las respuestas a la evaluación inicial y final sobre CAPS específicos de trauma en niños. En el caso de los controles, la mediana de respuestas acertadas fue de 57 en el pretest frente a 51 en el postest, la diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$). En el caso del antes y después del grupo de intervención hay una diferencia estadísticamente significativa, se puede observar que la mediana de las respuestas sube de 43 a 50, diferencia atribuible posiblemente a la intervención realizada en el curso ($p < 0.001$). Tabla 6.1.

Tabla 6.1

Medianas pretest y postest de los grupos de intervención y control

Grupo	N	Mediana	P
Control pretest	93	57	0.000
Control postest	93	51	
Intervención pretest	67	43	0.000
Intervención postest	67	50	

Se observó que el porcentaje promedio de aciertos mejoró principalmente en las prácticas, se obtuvo un porcentaje de respuestas positivas de 53,34 en el grupo control y de 56,42 en el grupo de intervención, Tabla 6.2.

Tabla 6.2

Comparación de CAP's grupo control y de intervención en el postest

CONTROL POSTEST		INTERVENCIÓN POSTEST
Conocimientos	1089 (45,32%)	1089 (45,32%)
Actitudes	1254 (57%)	1192(54,18%)
Prácticas	1387(53,34%)	1467 (56,42%)

Al comparar el número de aciertos en cada una de las variables en los dos grupos se puede evidenciar un mejoramiento importante en los CAP's, sobre todo se notó en aquellos contenidos en que se completó con la formación práctica.

Podemos ver en las Tablas 6.3, 6.4 y 6.5 los resultados de la comparación entre las respuestas acertadas sobre los CAP's en el postest, en 67 estudiantes del grupo de intervención y 93 del grupo control, el riesgo relativo da valores inferiores a 1 y el intervalo de confianza no atraviesa la unidad en algunas de las variables estudiadas, eso indica que la intervención actuó como factor protector.

Tabla 6.3

Distribución de aciertos en conocimientos en el postest, comparación entre el grupo control y el de intervención

POST TEST CONOCIMIENTOS							
Pregunta	Control		Intervención		Grupo Intervención	IC	
	Nº	%	Nº	%	RR	LI	LS
Epidemiología trauma	49	53	52	78	,494	0,307	,795
Mecanismos lesión	66	71	53	79	,767	0,479	1,227
Volumen sanguíneo	4	4	15	22	,467	0,340	,641
Clasificación shock	60	65	52	78	,673	0,423	1,071
Superficie quemada	9	9	24	36	,466	0,338	,641
Regla 9	26	28	26	39	,759	0,528	1,092
Etiología intoxicaciones	39	42	44	66	,563	0,379	,839

Tabla 6.4

Distribución de aciertos en actitudes en el posttest, comparación del grupo control y el de intervención

POST TEST ACTITUDES							
Pregunta	Control		Intervención		Grupo Intervención	IC	
	Nº	%	Nº	%	RR	LI	LS
Lesiones accidente	75	81	62	93	,480	0,216	1,066
Administración oxígeno	30	32	22	33	,985	0,668	1,452
Relaciones TEC	50	54	51	76	,537	0,339	,851
TEC en niños	51	55	60	90	,264	0,130	,536
Politrauma lesión cervical	84	90	66	99	,227	0,035	1,472
Crema dental quemadura	54	58	63	94	,173	0,067	,446
Evaluación quemadura	59	63	62	93	,250	0,108	,578
Peatones	71	76	62	93	,397	0,176	,895
Cinturón 3 puntos	39	42	45	67	,540	0,361	,810
Adolescentes vehículo	67	72	63	94	,275	0,109	,697
Casco niños	63	68	61	91	,339	0,160	,719
Gatear caídas	73	78	61	91	,507	0,245	1,048
Muebles niños	62	67	50	75	,793	0,514	1,225
Cuidando al bebé	61	66	49	73	,808	0,529	1,235
Supervisión niño mesa	68	73	61	91	,409	0,195	,859
Andador caídas	60	65	49	73	,785	0,513	1,202

Tabla 6.5

Distribución de aciertos en prácticas en el posttest, comparación del grupo control y el de intervención. Cuenca 2015

POST TEST PRÁCTICAS							
Pregunta	Control		Intervención		Grupo Intervención	IC	
	Nº	%	Nº	%	RR	LI	LS
Diagnóstico ventilación	71	76	60	90	,527	0,269	1,032
Permeabilizar Vía aérea	34	37	48	72	,416	0,270	,641
Politrauma vehículo	25	27	47	70	,348	0,229	,530
Explorar heridas	52	56	61	91	,236	0,110	,509
Limpieza antisepsia	58	62	63	94	,197	0,077	,506
Desbridar herida suturar	34	37	58	87	,210	0,112	,394
Profilaxis antibiótica	54	58	59	88	,326	0,169	,628
Antitetánica, antirrábica	58	62	63	94	,197	0,077	,506
RCP	53	57	53	79	,519	0,318	,846
Compresiones tórax	44	47	49	73	,510	0,329	,791

Segunda fase

De los médicos rurales que participaron en esta fase, la mayoría estuvieron entre los 20 y 29 años de edad, las dos terceras partes fueron mujeres, igual porcentaje fueron solteros. Más de la mitad de los médicos aún viven con sus padres, un tercio tenía su propio hogar constituido, pocos vivían solos.

6.4.1 Capacitación sobre trauma en niños y adolescentes

Un gran porcentaje (65%) ha recibido únicamente clases teóricas sobre trauma en niños, sin embargo, menos de 40% se siente habilitado para resolver este problema.

Más de la mitad de médicos no tiene ninguna formación en trauma. El 40% tienen conocimientos sobre primeros auxilios. La ampliación de conocimientos es la motivación que mueve a 40% de médicos a capacitarse, 4% de ellos no tiene motivación alguna.

De la capacitación recibida, el 38% ha sido presencial, 28% se ha realizado completamente on line y en menor porcentaje (16%) se ha combinado las dos modalidades. Tabla 6.6.

6.4.2 Recursos disponibles en la unidad de salud

Las Tablas 6.7 y 6.8 muestran la disponibilidad de medicamentos y otros materiales para la atención adecuada del trauma, existentes en unidades de primer nivel de atención:

Tabla 6.6
Distribución de 76 médicos rurales según
capacitación sobre trauma en niños

Capacitación en trauma pediátrico	Nº	%
Tipo de capacitación		
Asignatura u horas sobre trauma en niños	49	64,5%
Curso sobre trauma en niños	18	23,7%
Formación universitaria suficiente sobre trauma	7	9,2%
Habilitado para resolver un caso real (> 60%)	30	39,5%
Contenidos		

Capacitación en trauma pediátrico	Nº	%
ATLS	5	6,6%
BLS (Soporte Vital Básico)	5	6,6%
ACLS (Soporte Vital Cardiovascular Avanzado)	0	0%
Manejo del trauma y rescate	3	3,9%
SVAT (Soporte Vital Avanzado en Trauma)	0	0%
Primeros auxilios	31	40,8%
Ninguno	39	51,3%
Motivación		
Mi lugar de trabajo así lo exige	2	2,6%
Para mejorar mi currículum vitae	7	9,2%
Para ampliar mis conocimientos	31	40,8%
Ninguno	3	3,9%
Modalidad		
Presencial	29	38,2%
Semipresencial	9	11,8%
Completamente on line	22	28,9%
On line con tutorías	12	15,8%

Tabla 6.7

Distribución de 76 médicos rurales según disponibilidad de medicamentos, barreras de protección y otros materiales para la atención de trauma en la unidad de salud

Medicamentos	Nº	%
Jarabe de Ipecacuana	2	2,6%
Carbón Activado	35	46%
Atropina	49	64,5%
Adrenalina	46	60,5%
Dopamina	17	22,4%
Midazolam	11	14,5%
Succinilcolina	4	5,3%
Rocuronio	5	6,6%
Barreras de protección		
Gorro descartable	39	51,3%
Gafas de protección	21	27,6%
Mascarilla descartable	69	90,8%
Bata quirúrgica	45	59,2%
Zapatos	28	36,8%
Guantes de manejo	73	96%

Medicamentos	Nº	%
Guantes estériles	69	90,8%
Otros materiales		
Equipo de sutura	74	97,4%
Estetoscopio	74	97,4%
Tensiómetro	74	97,4%
Férulas	22	28,9%
Collarín	40	52,6%
Hilos de sutura	70	92,1%
Tabla Espinal	16	21%
Vendas	61	80,3%
Sonda Orogástrica	42	55,3%

Tabla 6.8

Distribución de 76 médicos rurales según disponibilidad de insumos para realizar el ABC en la atención de trauma en la unidad de salud

Equipos para abrir vía aérea	Nº	%
Ambú	53	69,7%
Cánula orofaríngea (Guedel)	43	56,6%
Tubo endotraqueal pediátrico	27	35,5%
Bomba de succión	24	31,6%
Laringoscopio con hojas	30	39,5%
Equipos para ventilación		
Mascarilla para oxígeno	45	59,2%
Mascarilla con reservorio	21	27,6%
Tanque de oxígeno funcionando	36	47,4%
Mascarilla Venturi	7	9,2%
Camión para descompresión de tórax	4	5,3%
Tubo de tórax	3	3,9%
Sello de agua	4	5,3%
Equipos para circulación		
Cathlón varios diámetros	59	77,6%
Carillón Intraóseo	3	3,9%
Soluciones cristaloides	67	88,2%
Microondas	33	43,4%
Desfibrilador	13	17,1%
Equipo de venoclisis	64	84,2%

En la Tabla 6.9 se observa la disponibilidad de personal, TIC, y vías de acceso desde las unidades operativas hacia centros de mayor complejidad.

Tabla 6.9
Respuestas de 76 médicos según disponibilidad de personal, de tecnologías de información y comunicación y vías de acceso

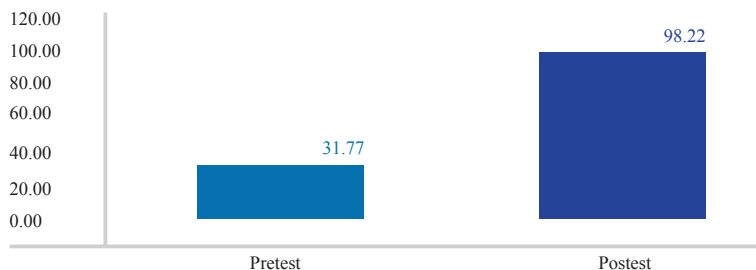
Personal	N°	%
Médico especialista o posgradista	30	39,5%
Médico general	72	94,7%
Enfermera	72	94,7%
Psicólogo	23	30,3%
Auxiliar de enfermería	39	51,3%
Personal de farmacia	32	42,1%
Paramédico	5	6,6%
Tecnología		
Servicio de internet	60	78,9%
Teléfono convencional	67	88,2%
Computadora portátil	31	40,8%
Computadora de escritorio	71	93,4%
Vías de acceso		
Carretera de primer orden (pavimento-asfalto)	57	75%
Carretera de segundo orden (lastre)	8	10,5%
Carretera de tercer orden (tierra)	10	13,2%
Carretera de cuarto orden (senderos-camino de herradura)	1	1,3%
Tipo de transporte		
Ambulancia propia de centro de salud	14	18,4%
Ambulancia de traslado de su hospital básico	33	43,4%
Ambulancia de instituciones de la región	26	34,2%
Vehículos de alquiler	25	32,9%
Vehículos de pobladores	15	19,7%
Ninguno	6	7,9%
Distancia		
Menos de 30 minutos	45	59,2%
De 30 a 60 minutos	22	28,9%
Más de 1 hora a 3 horas	6	7,9%
Más de 3 horas a 6 horas	2	2,6%
Más de 6 horas	1	1,3%

El curso de capacitación se desarrolló con 50 profesionales de salud rural, se reportan los datos de 42 profesionales que cumplieron todas las fases. Según los datos de la Tabla 6.10, el promedio de conocimientos previos sobre el manejo del trauma es inferior al 32% y luego de la capacitación alcanza al 98% (Figura 6.2). Con la prueba de McNemar se evidencia que este incremento en los CAP's da una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

Tabla 6.10
CAP's de los médicos rurales sobre manejo de trauma en niños, antes y después de la capacitación

Módulos educativos	Pretest (n=42)		Postest (n=42)	
	Nº	%	Nº	%
Particularidades	18	23,9%	39	93,8%
Impresión general	32	42,4%	42	100%
Evaluación primaria: ABCDE	30	39,6%	42	99,5%
Evaluación secundaria	26	33,9%	42	99,6%
Prevención	15	19,1%	41	98,1%
Promedio	24	31,8%	41	98,2%

Figura 6.2
CAP's de los médicos rurales sobre manejo de trauma en niños, antes y después de la capacitación



6.5 Discusión

La atención de un paciente politraumatizado requiere una serie de exigencias para disminuir el riesgo de mortalidad y secuelas, la capacitación específica de los estudiantes de Medicina y de los médicos que

inician su ejercicio profesional en la Medicina Rural no es óptima en prevención y atención inicial de trauma en niños y adolescentes, como lo demuestran las encuestas iniciales en las dos fases del proyecto. Otros estudios muestran que alumnos de Medicina en Londres y Canadá tenían escasa enseñanza basada en evidencia sobre trauma o sobre la técnica de inmovilización de columna cervical; la mitad de ellos no habían asistido a un curso de Soporte Vital Básico (SVB) (Mastoridis, Shanmugarajah, & Kneebone, 2011). En otra investigación se observó que, aunque los médicos tienen conocimientos sobre el trauma, no se sienten capacitados para atender a un paciente con este problema, y pocos se actualizan en el abordaje al paciente traumatizado (Labrada Despaigne, 2011).

En cuanto a la disponibilidad de recursos, los médicos rurales manifestaron una dotación incompleta de los diferentes medicamentos e insumos para la atención inicial del trauma. Además aunque la mayoría de unidades cuenta con la presencia de médico general y enfermera, muy pocos tienen médico especialista y otros servidores de salud. Esto coincide con el estudio de los hospitales de Nepal y de la India, que encontraron deficiencias en la dotación de equipos básicos (Shah, Bhattarai, *et al.*, 2015) (Shah, Joshipura, *et al.*, 2015).

La mayoría de unidades de salud tienen instalada tecnología como computadoras e internet lo que facilita la comunicación y la posibilidad de acceso a la información. El traslado de pacientes a los hospitales de mayor complejidad se realiza en menos de la mitad de casos en ambulancia del hospital básico, mientras en los demás casos es en transporte privado. En un estudio en Medellín, se observó que no se existe dotación total de las ambulancias pediátricas con alta tecnología, ni entrenamiento del personal contratado, lo que entorpece el manejo del paciente pediátrico politraumatizado (Murillo Rivas, Arcila Acevedo, & Jaramillo Cuesta, 2015).

La utilización de las TIC es un aporte al desarrollo del conocimiento en cualquier ámbito y en especial en la telemedicina, sin embargo, en el ámbito de las ciencias de la salud es imprescindible no dejar de lado el contacto directo personal con el estudiante, sobre todo en la capacitación en habilidades y destrezas específicas que se requieren para el cuidado del paciente (Graells, 2013). Por otro lado, es necesario lograr participación

comprometida de los estudiantes de un programa, sobre la base de sus necesidades sobre un tema específico (Loria-Castellanos, 2014).

El programa educativo bajo la modalidad b-learning permite aprovechar las ventajas de la educación virtual con la rapidez, la interacción y el acceso a la información con libertad de horario, combinada con la educación presencial que logra un mejor desarrollo de destrezas y actitudes. El b-learning puede ofrecer ventajas sobre la educación tradicional y la virtual aplicadas por sí solas (Ruiz, B. C., 2011).

En la fase inicial, se realizó el curso de capacitación con los contenidos de doce módulos acerca de atención de trauma en niños y adolescentes combinado con la actividad presencial en los laboratorios de simulación. Los resultados en cuanto a la opinión sobre su preparación en el manejo inicial y prevención de trauma en niños, dio una diferencia significativa entre antes y después del curso; sin embargo, en las medianas de las respuestas de CAP's en el pretest y postest no hubo diferencia estadísticamente significativa. Esto sirvió como experiencia piloto para rediseñar el curso sobre la base de las necesidades específicas de formación de los médicos. Es así que en la segunda fase con un nuevo programa los cambios en conocimientos habilidades y destrezas fueron superiores.

Si bien, no hay estudios que avalen la utilización de esta modalidad en la enseñanza del trauma, datos encontrados muestran su utilidad en otras ramas, como en la asignatura de inglés en la Técnica de Manipulación y Quiropraxia al seguir este modelo en la enseñanza. (Chiriboga M.J., 2013). En la Universidad Nacional Autónoma de México en un curso e-learning para el Manejo del Trauma, se reportó un incremento de la efectividad del curso en 24,5% (Delgado-Reyes, Gasca-González, Delgado-Guerrero, & Reyes-Arellano, 2016); nuestro estudio observó una tendencia mayor con una mejoría del 66% en el curso para profesionales rurales.

Tanto la plataforma Moodle que se empleó en el curso para estudiantes, como la plataforma Open EdX que se utilizó con los médicos rurales, son amigables, intuitivos y fáciles de utilizar para el diseño de cursos online.

6.6 Conclusiones

Los conocimientos tanto de estudiantes de Medicina como de los médicos que realizan el servicio rural sobre prevención y manejo inicial de trauma en niños y adolescentes son limitados.

La disponibilidad de recursos para atención de pacientes traumatizados no es completa en la mayoría de unidades de primer nivel de atención; así como es limitada la posibilidad de acceso y comunicación hacia unidades de mayor complejidad.

El curso b-learning de capacitación logró una mejora de conocimientos, habilidades y destrezas en los estudiantes de medicina en algunos de los temas. El curso rediseñado para médicos rurales sobre la base de sus necesidades conocidas a través de una encuesta, logró una mejora del 31.77 en el pretest al 98.22 en el posttest, con la prueba de McNemar se evidencia que este incremento en los CAP's da una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

El desarrollo de programas educativos bajo la modalidad b-learning es una alternativa viable para capacitar a los profesionales de la salud en temas específicos.

6.7 Referencias

- Alsheail, A. (2010). *Teaching English as a Second/Foreign Language in a Ubiquitous Learning Environment: A Guide for ESL/EFL Instructors*. Recuperado a partir de <http://scholarworks.calstate.edu/handle/10211.4/184>
- Benson, P., & Voller, P. (2014). *Autonomy and Independence in Language Learning*. Routledge. Recuperado el 20 de abril de 2017 a partir de <https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=vGzJAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%22learning+methodologies%E2%80%9D+earlier>
- Bornacellt, L. W., Álvarez, A. C. B., Ocampo, J. A. F., Amaya, Á. C., & Medina, G. F. (2015). Caracterización del trauma pediátrico en un hospital militar de la ciudad de Bogotá. *Revista Med de la Facultad de Medicina*, 23(2), 5.
- Burke, B. L., Hall, R. W., & the Section on Telehealth Care (2015). Telemedicine: Pediatric Applications. *Pediatrics*, 136(1), e293-e308. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1517>
- Camacho, J. A., Laverde, A. C., & Mesa, C. L. de. (2012). Blended Learning y estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios del área de la salud.

- Educación Médica Superior*, 26(1). Recuperado a partir de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/5>
- Chiriboga M.J. (2013). *Estrategias metodológicas de enseñanza - aprendizaje utilizando NTIC's en la cátedra de técnicas de manipulación y quiropraxia en la carrera de Terapia Física de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5810>
- Clarenc, C. A. (2013). Analizamos 19 plataformas de e-learning. Investigación colaborativa sobre LMS (Learning Management Systems). En *Congreso virtual mundial de e-learning*. Claudio Ariel Clarenc. ISBN 978-1-291-53343-9. Recuperado el 06 de Junio de 2017 a partir de <http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>
- Crespo, A. L., & Yugsi, L. R. (2013). *Nivel de conocimientos de las enfermeras/os sobre el manejo inicial de pacientes con trauma cráneo encefálico grave, en el aérea de shock trauma y su relación con la atención de enfermería en el servicio de emergencia del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo*. Recuperado a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1215>
- Delgado-Reyes, L., Gasca-González, O. O., Delgado-Guerrero, F., & Reyes-Arellano, W. (2016). Efectividad del curso Evaluación y Manejo del Trauma en estudiantes de Medicina mexicanos: ¿cuándo implementar? *Cirugía y Cirujanos*, 84(3), 220-224. <https://doi.org/10.1016/j.circir.2015.08.006>
- De Ortuzar, M., Busdygan, D., Marquez, Y., & Matus, E. (2014). Una revisión crítica del Consentimiento Informado en Telesalud. *Informes Científicos - Técnicos UNPA*, 2(1), 1-38. Recuperado de <http://secyt.unpa.edu.ar/journal/index.php/ICTUNPA/article/view/ICT-UNPA-13-2009>
- González, M.E. y Bernabé, M.A. (2014). MOOC e Información Geográfica. *GeoFocus*, 15,181-192. ISSN: 1578-5157.
- INEC (2016). Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S). Recuperado a partir de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2015/Presentacion_TIC_2015.pdf
- Labrada Despaigne, A. (2011). Grado de conocimientos básicos sobre trauma en atención primaria, ¿cultura médica o necesidad?: a medical culture or a need. *Revista Cubana de Cirugía*, 50(4), 483-489.
- Loria-Castellanos, J. (2014). Utilidad de una plataforma educativa en línea para la especialidad de urgencias médico-quirúrgicas en México. *Rev Panam Salud Pública*, 35(5/6), 378-83.
- Mastoridis, S., Shanmugarajah, K., & Kneebone, R. (2011). Undergraduate education in trauma medicine: the students' verdict on current tea-

- ching. *Medical Teacher*, 33(7), 585-587. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2011.576716>
- MSP (2011). *Protocolos de atención prehospitalaria para emergencias médicas*. Recuperado 21 de marzo de 2017, a partir de <https://es.scribd.com/doc/100876085/Protocolos-de-Atencion-Prehospitalaria-Para-Emergencias-Medicas>
- Murillo Rivas, L. M., Arcila Acevedo, J., & Jaramillo Cuesta, M. P. (2015, marzo 19). *Manejo inicial del trauma en niños entre dos y nueve años de edad víctimas de accidentes de tránsito, con énfasis en el abordaje de la vía aérea revisión de tema*. (Thesis). Recuperado a partir de <http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/handle/10946/2310>
- Neira J, Tisminetsky G. (2010). *Atención inicial de pacientes traumatizados*. Recuperado 21 de marzo de 2017, a partir de www.rivero.com.ar/pdf/PacientesTraumatizados.pdf
- Ochoa, J. A., & Martínez, A. I. V. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de blended-learning. *Digital Education Review*, (25), 87-107.
- WHO (World Health Organization) (2010). Telemedicine. Opportunities and developments in member states. Report on the second global survey on eHealth. Global Observatory for eHealth series. Volume 2. ISBN 978 92 4 156414 4 ISSN 2220-5462© World Health Organization, [consultado 28 jul 2017]. Disponible en: http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf
- Ospina-Delgado, J., Zorio-Grima, A., & García-Benau, M. (2016). Massive open online courses in higher education: A data analysis of the MOOC supply. *Intangible Capital*, 12(5), 1401-1450. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/ic.798>
- Palacios-Espinoza, E, Vanegas-Coveña, D, Pino-Andrade, H, Ortiz-Segarra, J, & Reinoso-Naranjo, J. (2016). Evaluación del uso del programa B learning en estudiantes de Medicina, sobre tratamiento inicial y prevención de trauma en niños. Cuenca 2015. *Uniandes Episteme*, 3 (3, sep). Recuperado a partir de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/371>
- Peden, M. M., UNICEF, & World Health Organization (Eds.) (2008). *World report on child injury prevention*. Geneva, Switzerland. [New York, NY]: World Health Organization, UNICEF.
- Pino, P. S., Hurtado, S. J., Alejandra, L., Ocares, M., & Carolina, M. (2013). *Traumatismo en pediatría*.
- Ríos Ruiz, A. de los Á. (2015). Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación superior a distancia en México: estudios de derecho, retos y oportunidades. *Enl@ce*, 12(3). Recuperado a partir de <http://>

- www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/enlace/article/view/20630
- Rosales Gracia, S., Gómez López, V., & Guzmán Acuña, J. (2012). Ventajas de los cursos b-learning en medicina de pregrado. Percepción de los alumnos. *BMC Women's Health*, 12, 3.
- Ruiz Arízaga, S. M., Samaniego Urrego, G. F., Tola Robles, M. C., & Córdova Neira, F. M. (2016). Estudio Descriptivo: Trauma Pediátrico en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga, 2015. *Revista Médica del Hospital José Carrasco Arteaga*, 8 (3), 246-251. <https://doi.org/10.14410/2016.8.3.ao.41>
- Ruiz Bolívar, C. (2011). Tendencias Actuales en el uso del B-Learning: Un Análisis en el Contexto del Tercer Congreso Virtual Iberoamericano sobre la Calidad en Educación a Distancia (EduQ@2010). *Investigación y Postgrado*, Enero-Abril, 9-30.
- Sarmiento Ortiz, G., Sarmiento León, V., Martínez Reyes, F., & Salamea Molina, J. C. (2012). Comportamiento del proceso pehospitalario ante la llamada de auxilio por trauma, Csc-911, 2011. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery*, 1, 168-174. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10030-1037>
- Shah, M. T., Bhattarai, S., Lamichhane, N., Joshi, A., LaBarre, P., Joshipura, M., & Mock, C. (2015). Assessment of the availability of technology for trauma care in Nepal. *Injury*, 46(9), 1712-1719. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.06.012>
- Shah, M. T., Joshipura, M., Singleton, J., LaBarre, P., Desai, H., Sharma, E., & Mock, C. (2015). Assessment of the availability of technology for trauma care in India. *World Journal of Surgery*, 39(2), 363-372. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2805-7>
- Shin, D.-H., Shin, Y.-J., Choo, H., & Beom, K. (2011). Smartphones as smart pedagogical tools: Implications for smartphones as u-learning devices. *Computers in Human Behavior*, 27(6), 2207-2214. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.06.017>
- Yáñez, Á. C., Ortiz, L. S., & Espinosa, V. E. (2016). Las tecnologías de la comunicación e información (TIC) en salud: un modelo para aplicar en la carrera de enfermería. *www.enfermeria21.com*, 2(6), 29-36.

Capítulo 7

Los MOOC para la prevención de accidentes de tránsito

FERNÁNDEZ EDUARDO^{1,3}
cysaedu@hotmail.com

BARBA MARÍA ANGÉLICA^{2,3}
mbarba@unach.edu.ec

GUALPA GUILLERMO^{2,3}
ggualpa@unach.edu.ec

DE LA CALLE LUCILA^{2,3}
ldelacalle@unach.edu.ec

¹ Universidad Regional Autónoma de los Andes

² Universidad Nacional de Chimborazo

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

La problemática de los accidentes de tránsito es mundial, nacional y local. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe 2009 señala que son más de 1,2 millones de muertes por esta causa. En Ecuador, según la Agencia Nacional de Tránsito, los fallecidos son alrededor de 5 000 y los heridos llegan a los 50 000. Buscando soluciones para el problema la OMS señala que la forma para disminuir estas cifras es la educación. Bajo este criterio hemos desarrollado un sistema MOOC para prevenir accidentes. Los MOOC (Massive Online Open Courses o Cursos virtuales Masivos y Abiertos), se orientan a la prevención y ayudan a la concientización en el manejo de vehículos. Bajo ese propósito se realizó una investigación de campo en escuelas de conducción y en las instituciones educativas de la ciudad de Ambato, Ecuador. Se prepararon Mooc y se educó con este sistema a 520 estudiantes. Los resultados obtenidos se valoraron cualitativamente. Con esta experiencia se incrementaron conocimientos teóricos sobre el tránsito y se incrementó también la concientización sobre los riesgos. Al fomentar una cultura de prevención se espera que los accidentes de tránsito disminuyan drásticamente.

Palabras clave: MOOC, prevención de accidentes de tránsito, educación virtual

7.1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (2009) señala en su informe: Todos los años fallecen más de 1,2 millones de personas en las vías de tránsito del mundo, y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos no mortales. En la mayoría de las regiones del mundo esta epidemia de accidentes de tránsito sigue aumentando. Los países de ingresos bajos y medianos tienen tasas más altas de letalidad por accidentes de tránsito (21,5 y 19,5 por cada 100 000 habitantes respectivamente), que los países de ingresos altos (10,3 por 100000).

Del total de víctimas letales de estos accidentes de tránsito, más del 90% de las víctimas corresponde a países de bajos y medianos ingresos, los cuales, curiosamente, solo cuentan con el 48% de los vehículos del mundo. De este grupo, cerca de la mitad de los fallecidos son peatones y ciclistas.

Frente al problema, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Banco Mundial (2006) en su informe Traumatismos causados por el tránsito consideran que la prevención comprende una gama amplia de medidas, entre las cuales el pilar fundamental es la educación.

Respecto a los accidentes de tránsito en el Ecuador, la Agencia Nacional de Tránsito (2014) manifiesta que en el año 2013 se tuvieron 19 330 accidentes de tránsito de los cuales el 3,06% se dieron en la provincia del Azuay. Según un informe a noviembre del 2013, existieron 2 050 fallecidos por esta causa a nivel país, correspondiéndole a la provincia del Azuay un 2,53%; mientras los lesionados por estos accidentes alcanzan un número de 22 651 correspondiéndole a la provincia del Azuay un 3.35%. De acuerdo a la misma entidad estatal, el primer semestre del 2014 el número de fallecidos llegó a 1 276, de un total de 14 612 accidentes también se deriva un dato importante: en el 60% de los accidentes de tránsito, están involucrados choferes profesionales (Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, 2014).

Por otro lado, a pesar del endurecimiento en leyes y sanciones, los niveles de accidentes se elevan especialmente por factores relacionados con la velocidad y el uso de bebidas alcohólicas. Esto es, de factores

resultantes con la poca concientización respecto a la responsabilidad al conducir, de una adecuada educación en medidas preventivas. Precisamente una muestra de esta deficiencia es el desconocimiento, por parte de muchos conductores, de ciertas señales de tránsito, así como las disposiciones legales relacionadas con las infracciones.

Otras deficiencias educativas son el desconocimiento de las normas legales acerca de la conducción vehicular, sumado a la poca concientización acerca de la responsabilidad que debe tener todo conductor. Precisamente por esta problemática detectada surgen los proyectos de capacitación orientados a estudiantes de nivel secundario de Tunurahua y a estudiantes de las escuelas de conducción de los Sindicatos de Choferes Profesionales de la misma provincia. Estos cursos virtuales masivos fueron denominados MOOC para la prevención de accidentes de tránsito. Estos se desarrollaron entre los años 2014 y 2015.

Estos fenómenos descritos convierten en prioridades locales y nacionales la reducción al máximo el número de personas accidentadas afectadas. Esto implica reducir las tasas de mortalidad y de afectados con trauma. En principio, la investigación se orientó a diagnosticar el nivel de conocimiento de los conductores sobre las normas de tránsito y señalización y acerca del grado de responsabilidad al conducir. La ejecución de este proceso generó información importante para conocer el porqué de esos niveles de conocimiento y el porqué de tan baja concientización.

Los resultados evidenciaron un bajo nivel de conocimiento acerca de las normas de tránsito y la poca concientización acerca de la responsabilidad al conducir. A partir de estos resultados se diseñaron procesos de capacitación y de concientización ciudadana para producir una reducción del índice de accidentes y de afectados.

Los beneficiarios de este proceso fueron la ciudadanía, ya que se espera una reducción de los índices de mortalidad y de accidentados con trauma; la Salud Pública, por cuanto se genera una disminución del gasto; y, finalmente el gobierno, pues podrá reducir gastos debido a la reducción de atendidos en el sector público.

El objetivo de la investigación fue: Disminuir el índice de accidentes de tránsito y sus efectos a través de un curso masivo abierto en línea (MOOC), orientado a los estudiantes de colegios y de los Sindicatos de Choferes de la provincia de Tungurahua.

Los objetivos específicos fueron: 1. Diagnosticar el nivel de conocimiento sobre prevención de accidentes de tránsito de los estudiantes de los colegios y de las escuelas de capacitación profesional en los diferentes Sindicatos de la provincia; 2. Estructurar un MOOC en la plataforma de CEDIA con las leyes de tránsito, señales y más; 3. Ejecutar el MOOC con las instituciones locales y replicar a nivel nacional; 4. Evaluar los resultados de la aplicación MOOC mencionada.

7.2 El estado del arte

7.2.1 Los accidentes de tránsito en América Latina

La problemática de los accidentes de tránsito es muy similar en toda Latinoamérica. En Costa Rica el gobierno creó el Plan Nacional para reducir accidentes de tránsito, documento en el cual se evidencia un endurecimiento de penas, mayores medidas de control en alcoholemia y capacitación en señales de tránsito y en normas vigentes (Hospitales de Costa Rica, 2008).

En Uruguay (UNICEF Uruguay, 2012) se creó una Campaña de prevención de accidentes de tránsito en adolescentes en los colegios de Montevideo. La campaña se realizó con base en talleres e infografía creada en el sitio *www.puntomuerto.com.uy*, la cual tuvo el apoyo de empresarios y sobre del famoso futbolista Diego Forlán.

En Nicaragua se ha asumido como política de gobierno la educación vial para la prevención de los accidentes de tránsito. Dicho proceso educativo se llevó a cabo en jornadas difundidas a nivel nacional (Dirección de Tránsito Nicaragua, 2014).

En el Ecuador el Diario La Hora (2013) difundió la noticia Prevención de accidentes de tránsito se inició en colegios, tras el lanzamiento de la campaña No a los accidentes de tránsito, más respeto a la vida, impul-

sada por el Consejo de la Judicatura, Policía Nacional y la Fiscalía Provincial. La primera capacitación estuvo dirigida a cerca de 200 estudiantes del Instituto San Francisco de la ciudad de Zamora. No más accidentes de tránsito en Zamora Chinchipe es el mensaje transmitido a los estudiantes. Se escogió a tal localidad debido al alto índice de accidentabilidad, según manifestó el sargento segundo Wilman Sisalima, capacitador. Invitó a los chicos a ponerse la mano en el corazón y a decir “no más accidentes de tránsito en las vías”, pues considera a los estudiantes como los mejores portavoces de este mensaje en la campaña. Además se manifiesta en esta noticia: “Para llegar a los estudiantes se difundieron videos de la realidad en materia de accidentes de tránsito en la provincia, considerando que una imagen vale más que las palabra”. La siguiente capacitación se realizó en la Unidad Educativa 12 de Febrero y respectivamente en todos los colegios del cantón Zamora. Durante la primera fase Vinicio Sarmiento, delegado provincial del Consejo de la Judicatura, dijo que la campaña inicia con la concienciación a los estudiantes, un paso previo a su socialización, fue la gestión ante el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), al Municipio de Zamora y la Agencia Provincial de Tránsito (ANT), para que se ubique la señalización en las vías rurales y urbanas, de tal manera que se pueda reducir las muertes en las carreteras, que según las estadísticas en los últimos 10 meses de este año, hubo 20 fallecimientos a causa de accidentes de tránsito en la provincia” (DOCH).

7.2.2. El impacto de los MOOC en educación

El avance tecnológico está definiendo nuevos paradigmas educativos, esto quiere decir que la educación es una de las áreas más influenciadas por este, en ciertos campos como el Internet y la informática. La educación virtual o e-learning es definida por Arboleda (2006) como: “el uso de tecnologías Internet para la entrega de un amplio rango de soluciones que mejoran el conocimiento y el rendimiento”. En cambio Sánchez (2009) lo define como “capacitación no presencial que, a través de plataformas tecnológicas, posibilita y flexibiliza el acceso y el tiempo en el proceso de aprendizaje, adecuándose a las habilidades, necesidades y disponibilidades de cada discente, además de garantizar ambientes de aprendizaje colaborativos mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, potenciando el proceso de gestión basado en competencias”.

Por su parte, MOOC es el acrónimo en inglés de Massive Online Open Courses (o Cursos On-Line Masivos y Abiertos). Los cursos masivos son la evolución de la educación abierta en internet. Se puede observar que permanentemente más de 700 universidades en el mundo ofrecen cientos de cursos gratis, esto y mucho más es lo que MOOC ha estado logrando con el pasar del tiempo. Todo comenzó en el año 2008 cuando George Siemens y Stephen Downes crearon el que podría ser el primer MOOC (Connectivism and Connective Knowledge, CCK08).

Sorprendidos por la acogida que tuvieron y con la colaboración de Dave Cormier y Bryan Alexander. Este grupo siguió ofreciendo multitud de cursos abiertos. La gran fuerza de los MOOC reside en su capacidad de unir nodos de conocimiento, desde una concepción conectivista, donde la creación del conocimiento se basa en el establecimiento de conexiones, está claro que cuanto mayor sea el número de nodos, más posibilidades de aprendizaje hay en un curso determinado. Por lo tanto, el cambio desde las plataformas educativas cerradas a entornos de aprendizaje abiertos ha supuesto la posibilidad para que miles de personas de todo el mundo sigan diferentes iniciativas educativas.

Dado el auge experimentado por este tipo de cursos, han ido apareciendo iniciativas privadas y la colaboración de grandes expertos de cada materia. Profesores de las más prestigiosas universidades de Estados Unidos han recibido el reconocimiento por sus trabajos. Así, los casos de Udacity y Coursera.

Edx constituyen la segunda gran plataforma para MOOC, la cual pertenece al Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Esta confirma la importancia de la tendencia de los cursos masivos y refuerza la sensación que está llamado a cambiar la educación Prueba de ello: las mejores universidades del mundo se han unido a este sistema.

Las características de un MOOC son:

- No tienen limitación en las matriculaciones.
- Puede ser seguido online.
- De carácter abierto y gratuito. Con materiales accesibles de forma gratuita.

Todo esto ha creado una discusión acerca del futuro de la educación superior, del papel de las universidades y del aprendizaje a lo largo de la vida y su impacto en la empleabilidad (mooc.es, 2015)

La revista científica de tecnología educativa Campus Virtuales dedica su dossier del primer semestre de 2014 a los MOOC, bajo el título: Nuevos Tiempos y Nuevos Modelos Pedagógicos. En una amplia selección de artículos que recoge autores de España, Reino Unido, Italia y Colombia, la revista Campus Virtuales da paso al debate mostrando prácticas y casos reales (UniMOOC, UNED, Universidad Quantum,...) y los problemas y soluciones que se derivan de la nueva metodología de trabajo.

En la presentación a cargo del catedrático Francisco José Martínez destaca que: “De repente, tras algunos intentos en los últimos años, aparecen cursos impartidos por profesores de muy alto nivel, gratuitos, abiertos, con vocación de transmitir el conocimiento masivamente, los cada vez más comentados MOOC (Massive Online Open Courses). Se trata de un cambio de modelo, pues el aprendizaje basado en redes telemáticas ya existe desde hace muchos años, ahora se universaliza y se hace colaborativo”. Y no le falta razón. La trayectoria ascendente de los MOOC es imparable, hasta tal punto que en la revista The New York Times lo declararon como el tema más importante del año en el 2013.

Ray Schroeder, director del Centro de Aprendizaje, Investigación y Servicio en línea de la Universidad de Illinois en Springfield, dice que tres cosas son las más importan en el aprendizaje en línea: la calidad del material cubierto, el compromiso del profesor y la interacción entre los estudiantes. La primera no parece ser un problema, pues la mayoría de los profesores vienen de campus de élite, y hasta ahora la mayoría de MOOC se encuentran en temas técnicos como la informática y las matemáticas, con contenido directo. Sin embargo, la conexión y la re-actualización del instructor, incluyendo las interacciones entre los estudiantes, son más difíciles.

Una grave dificultad de un MOOC es que el instructor no está disponible, porque hay decenas de miles de estudiantes en la clase.

Los MOOC surgieron como respuesta a los retos que enfrentan instituciones educativas y organizaciones en tiempos de sobrecarga de información. Asimismo hay la necesidad de capacitar a una población deseosa de una educación de calidad a bajo costo y a corto plazo, más allá de los tradicionales períodos escolares. La flexibilidad de este sistema permite a las universidades y a otras organizaciones llegar a una población no atendida para conectarla en una experiencia de aprendizaje unificado.

El origen de los MOOC se puede ligar a dos principales fenómenos:

- El auge de los Recursos Educativos Abiertos (Open Educational Resources)
- El Aprendizaje Social

Precisamente, en la primera década del siglo XXI fueron estas tendencias las que prepararon el terreno para la aparición del primer MOOC. Esto fue posible gracias a la existencia de una enorme cantidad de contenidos abiertos disponibles de manera organizada y de una cantidad masiva de usuarios dispuestos a tomarlos para cubrir sus necesidades de aprendizaje. El modelo tiene propiamente sus raíces en la teoría pedagógica del conectivismo que desarrollaron George Siemens y Stephen Downes.

De acuerdo a Wade (2012), el conectivismo puede ser visto como una teoría que provee guías para el desarrollo instruccional dentro de un contexto educativo, debido a la noción que el aprendizaje radica en construir y conectar el conocimiento distribuido en una red de conexiones.

En esencia, se pueden sintetizar los principios de esta teoría:

- El aprendizaje es un proceso enfocado a conectar información o fuentes de información.
- La capacidad de adquirir nuevo conocimiento es más relevante que el conocimiento actual.
- Es necesario cuidar y mantener las conexiones creadas para facilitar el aprendizaje continuo.
- La capacidad de encontrar puntos comunes entre disciplinas, ideas y conceptos es una habilidad clave.

Esta relación de los MOOC con el conectivismo demuestra el cambio de paradigma que está moldeando el ámbito educativo en línea y potencialmente el tradicional. Ya no existen barreras de tiempo y espacio, los estudiantes tienen acceso de manera abierta a recursos con los que construyen su aprendizaje.

Entre los tipos de MOOC se tienen:

- x MOOC, el modelo de MOOC más común
- c MOOC, MOOC de conectividad
- DOCC, concursos colaborativos distribuidos en línea
- BOOC, cursos abiertos en línea a gran escala
- s MOOC, cursos abiertos en línea y simultáneos
- s POC, pequeños cursos en línea y privados (Tamez, 2012)

Según una recopilación realizada acerca de las opiniones de expertos en el uso de MOOC, es posible identificar algunas de las ventajas y desventajas de estos cursos, como las podemos evidenciar en la Tabla 7.1:

Tabla 7.1
Ventajas y desventajas del uso de MOOC

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Acceso a contenidos actualizados.	Falta de contextualización.
Democratización de la educación.	Niveles de abandono o deserción del curso.
Oferta variada de cursos promovidos por instituciones y docentes de prestigio mundial.	Escasos mecanismos propedéuticos y de detección de habilidades necesarias para el estudio autónomo en grupo masivos.
Libre acceso a contenido que permite incrementar el aprendizaje no formal.	Inversión en la preparación no produce beneficios directos en la economía de la universidad.
Comparación de recursos y sistemas educativos.	No se posee el mismo nivel de desarrollo o de madurez en los conceptos de aprendizaje.
Acceso a un mayor público	El formador funge únicamente como facilitador.

Las ventajas y desventajas de la aplicación de MOOC señaladas en la Tabla 7.1 deben ser valoradas para tomar decisiones con respecto a la utilización de este tipo de cursos, tales como los objetivos de aprendizaje, duración, requerimientos y la población a la que está dirigida. Con base en el criterio de que la educación es uno de los factores que puede incidir en la disminución de los accidentes de tránsito, se ha propuesto que mediante educación virtual masiva abierta (MOOC) se logre dicha finalidad, es decir que llegando con educación vial a cientos o miles de personas se puede incidir en este índice de accidentes de tránsito.

7.3 Materiales y métodos

La investigación de campo llevada a cabo tuvo la finalidad de ratificar la problemática de cómo la ausencia de educación está directamente relacionada con el elevado número de accidentes de tránsito así como con el análisis de los diferentes factores que inciden en los mismos. Se orientó el trabajo investigativo bajo el enfoque cuali-cuantitativo con la finalidad de poder ratificar la problemática con base en los resultados estadísticos de la investigación.

Para iniciar el proceso investigativo en el año 2015 se definió la población a investigar y esta quedó estructurada con todos los estudiantes y docentes de los diferentes Sindicatos de Choferes de la provincia, así se puede observar en la Tabla 7.2:

Tabla 7.2
Población para la investigación proyecto 2015

Poblaciones	Sindicatos de: Ambato, Totoras, Quero, Cevallos, Izamba, Baños
Estudiantes	1620
Docentes	30
Directivos	8
TOTAL	1658

La población para el proceso investigativo del año 2014 fue:

Tabla 7.3
Población para la investigación proyecto 2014

Función	Alumnos de los últimos años de los colegios: Insutec, Pío X, Bolívar, Atenas, Inmaculada
Estudiantes de varios Colegios de la provincia de Tungurahua	250
Docentes	
Directivos	
TOTAL	250

Se debe señalar que para el proyecto desarrollado en el año 2014 solo se incluyó a estudiantes secundarios de los últimos años, pues estos son los potenciales conductores en un futuro muy cercano. Precisamente con ellos se puede ir generando una cultura de prevención de accidentes de tránsito.

Se define a la muestra como una parte de la población, en este caso al tener un universo amplio, se decidió calcular la muestra utilizando la fórmula propuesta por Astudillo Josefa en su obra “Estadística para todas”, la misma que luego de las simplificaciones respectivas queda:

$$\text{Muestra} = \frac{\text{Población}}{(\text{Población} - 1) \cdot \text{error}^2 + 1}$$

Asumiendo un error del 5% se procede al reemplazo de los valores obteniéndose:

$$\text{Muestra} = \frac{1658}{(1658 - 1) \cdot 0,05^2 + 1}$$

Entonces la muestra calculada es **322**.

Aplicando el mismo proceso en el proyecto 2014 se obtuvo una muestra de los estudiantes de los colegios de la ciudad de Ambato, la misma que llegó a **154**.

La técnica aplicada para la recopilación de la información fue la encuesta y los instrumentos fueron cuestionarios para cada grupo de personas involucradas.

Para la recopilación de la información se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Trámites para que se concedan los permisos al personal que formó parte de la muestra por el Sindicatos de Choferes y los Colegios respectivos
- Se solicitó la autorización pertinente para la aplicación de los cuestionarios en los diversos sindicatos de la Provincia y en los colegios
- Se recabó información de estudiantes, docentes y directivos

Luego de haber recogido la información en los diferentes Sindicatos y colegios de la Provincia. Se procedió a realizar la tabulación de las encuestas en el programa SPSS y la elaboración del informe final de dicha tabulación.

La presentación de la información se realiza en forma de distribuciones de acuerdo a frecuencia y porcentaje de las variables estudiadas. Los resultados fueron presentados en tablas.

7.4 Resultados

7.4.1 Aplicación de encuestas

Los resultados se detallan a continuación en las Tablas 7.4 y 7.5, respectivamente.

Tabla 7.4

Resultados de la investigación de campo en los Sindicatos. Proyecto 2015

Pregunta No 01. ¿Crees tú que en el Ecuador los índices de los accidentes de tránsito en los últimos años han disminuido?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente	32	10%
Parcialmente	226	70%
Han aumentado	64	20%
Pregunta No 02. ¿A qué factores en la gran mayoría de accidentes de tránsito graves estén comprometidos choferes profesionales?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Poca precaución	67	21%
Exceso de velocidad	190	59%
Cansancio	65	20%

Pregunta No 03. ¿Qué nivel de incidencia tiene el exceso de velocidad en los accidentes de tránsito?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Gran incidencia	242	75%
Mediana incidencia	68	21%
Poca incidencia	12	4%

Pregunta No 4. ¿Cuál es tu nivel de conocimiento respecto a las sanciones por infracciones de tránsito?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Elevado	67	21%
Medio	213	66%
Bajo	36	11%
Muy bajo	6	2%

Pregunta No 5. ¿Qué factor influenciarían en la reducción de los accidentes de tránsito?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Concientización ciudadana	276	86%
Elevación de sanciones	46	14%

Pregunta No 6. ¿La concientización ciudadana se puede lograr en base a capacitación?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	258	80%
Parcialmente de acuerdo	61	19%
En desacuerdo	3	1%

Pregunta No 7. ¿Estaría usted dispuesto a capacitarse en aspectos como normas de tránsito, señales, estadísticas de accidentes y más para colaborar en la reducción de los accidentes de tránsito?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	258	80%
Parcialmente de acuerdo	54	20%

Pregunta No 8. ¿De qué forma te gustaría capacitarte?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Presencial	138	43%
Virtual	184	57%

Tabla 7.5
Resultados de la investigación desarrollada
en los Colegios de Ambato durante el 2014

Pregunta No 01. ¿Crees tú que los índices de los accidentes de tránsito han aumentado, sigue igual o han disminuido?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Aumentado	75	49%
Sigue igual	44	29%
Han disminuido	35	22%
Pregunta No 02. ¿A qué factores crees que se deban?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Humanos	120	78%
Mecánicos	15	10%
Viales	19	12%
Pregunta No 03. ¿Cuál de estas causas te parecen que inciden más en los accidentes de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Embriaguez	80	52%
Distracción	32	21%
Impericia	42	27%
Pregunta No 4. ¿Qué nivel de incidencia tiene el exceso de velocidad en los accidentes de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	13	8%
Bajo	2	1%
Medio - alto	139	90%
Pregunta No 5. ¿Cuál es tu nivel de conocimiento respecto a las sanciones por infracciones de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	9	6%
Medio	35	23%
Bajo	110	71%
Pregunta No 6. ¿Cuál es tu nivel de conocimiento respecto a las señales de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	8	5%
Bajo	24	16%
Medio	122	79%

Pregunta No 7. ¿Qué factor cree usted que puede influenciar en la reducción de los accidentes de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Concientización	95	62%
Leyes más duras	34	22%
Más aparatos de control	25	16%
Pregunta No 8. ¿Cree usted que la concientización se puede lograr en base a?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Capacitación	93	60%
Campañas publicitarias	37	24%
Señalización	24	16%
Pregunta No 9. ¿Estaría usted dispuesto a capacitarse en estos aspectos para colaborar en la reducción de los accidentes de tránsito?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	131	85%
No	3	2%
No se	20	13%
Pregunta No 10. ¿De qué forma le gustaría capacitarse?		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Presencial	44	29%
Virtual	50	32%
Mixta	60	39%

7.4.2 Desarrollo de las MOOC

Luego de las investigaciones de campo, se procedió a la implementación de los cursos virtuales masivos, los mismos que fueron alojados en la plataforma de CEDIA y los cuales constan de los siguientes aspectos temáticos:

- **Información general sobre accidentes de tránsito (concientización)**
 - Informes de la OPS y el Banco Mundial
 - Los accidentes de tránsito a nivel mundial
 - Los accidentes de tránsito a nivel nacional
- **Leyes de tránsito (capacitación)**
 - Resumen general sobre las principales leyes de tránsito

- Sanciones a infractores
- Severidad de las leyes
- **Señales de tránsito (capacitación)**
 - Principales señales de tránsito
- **Concientizando sobre accidentes de tránsito (Concientización)**
 - Lo que NO queremos que pase

La dirección electrónica de los cursos es: <http://cursos.cedia.org.ec>

Se ha considerado que el aula virtual debe ser lo más agradable posible, de tal manera que el estudiante se sienta a gusto durante el proceso de capacitación virtual. Es por ello que se ha incorporado un tema de carácter responsivo. También se ha incorporado el plugin sidebar para lograr la elaboración de un entorno virtual iconográfica que es un diseño totalmente novedoso en Moodle.

7.4.3 Configuración de accesos

También se ha creído importante que el MOOC pueda ser accedida de diversas maneras, es decir no solamente desde un computador sino también desde dispositivos móviles como teléfonos y tabletas. El carácter de responsivo permite la adaptación al tamaño de la tablet o del celular. Además se ha creído importante posibilitar el acceso mediante un código QR. Se consideró útil también permitir el fácil acceso vía móvil, para ello se ha creado una app que funciona con el sistema operativo Android y se lo ha publicado en la tienda de google play para que pueda ser descargada fácilmente desde está, a cualquier celular con esta tecnología.

7.4.4 Ejecución del MOOC con las Instituciones locales

Previa a la ejecución del proceso de capacitación masivo se hicieron algunas actividades como:

- Diseño de la promoción del curso.
- Generación de afiches promocionales del MOOC y para que su acceso sea fácil y rápido.

- Creación del formulario en Google Docs para registrar usuarios que deseen participar en el curso.
- Creación de un sitio Facebook para promocionar el MOOC y captar usuarios externos en base a un link que cargue el formulario de inscripción.
- Capacitación a los usuarios sobre las diferentes formas de acceder a la plataforma (Acceso vía web, vía código QR y vía App).
- Demostraciones prácticas del manejo de la plataforma y desempeño dentro del curso.

A pesar que los posibles participantes de los cursos son personas jóvenes que manejan aspectos tecnológicos siempre se requieren orientaciones iniciales.

Una vez desarrolladas todas estas actividades, se procedió al registro de los estudiantes en los cursos virtuales masivos, se matriculó a 520 alumnos de los sindicatos (año 2015) y a 120 estudiantes de los colegios de la ciudad de Ambato (año 2014).

Como el estudio es cuasi experimental, inicialmente se aplicó un pre test para medir el nivel de conocimientos que tienen los estudiantes sobre leyes, señales de tránsito, sanciones, índices de accidentabilidad y más. Este cuestionario fue aplicado antes de comenzar los cursos, con ello se determinó el nivel inicial de conocimiento que tienen los investigados. Luego de transcurridos los procesos de capacitación, se volvió a aplicar el mismo test, con ello se pudo evaluar el nuevo nivel de conocimiento adquirido por los participantes en los cursos. Con base en estos resultados se procede a un estudio comparativo entre los mismos, es decir se comparó el nivel de conocimiento sobre leyes, accidentabilidad y señales de tránsito, antes y después de las capacitaciones respectivas, realizado esto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7.6
Resultados del MOOC 2015

DETALLE	TOTAL
Alumnos matriculados	542
Alumnos que ingresaron al curso	321
Promedio general antes del curso (pretest)	62,89
Promedio general después del curso (post test)	76,32
Alumnos que mejoraron el conocimiento	246
Porcentaje estudiantes que lograron mejoramiento en cuanto a conocimiento y concientización	76%

El mismo proceso se llevó a cabo con los estudiantes de los colegios de la ciudad de Ambato, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 7.7
Resultados del MOOC 2014

DETALLE	TOTAL
Alumnos matriculados	120
Alumnos que ingresaron al curso	42
Promedio general antes del curso (pretest)	65%
Promedio general después del curso (post test)	85%
Alumnos que mejoraron el conocimiento	30
Porcentaje estudiantes que lograron mejoramiento en cuanto a conocimiento y concientización	71%

Se debe señalar que el año 2015 la muestra investigada fue de 322 personas. Como se conoce, una de las debilidades de la capacitación virtual es el alto índice de deserción o no acceso, se procedió a matricular a 520 personas, de las cuales solamente 321 interactuaron en la plataforma.

Comparativamente se puede afirmar que toda la muestra investigada participó del proceso de capacitación y ello valida plenamente los resultados. Por otro lado, en el año 2014 se tuvo una muestra investigativa de 154 personas, es por ello que se procedió a la matrícula de 120 personas de dicha muestra, lamentablemente al final no se contó con la colaboración de todos los colegios investigados, debido a esto

es que apenas 42 personas fueron las que estrictamente ingresaron a la plataforma.

7.5 Discusión

Con base a la aplicación de instrumentos y de conformidad como se establece en la teoría, se ha llegado a determinar:

- Existen medianos conocimientos sobre leyes de tránsito en la muestra de estudio.
- Los niveles de concientización son relativamente bajos.
- La gran mayoría considera que los procesos de capacitación ayudarán a elevar los niveles de concientización de los choferes con relación a la prevención de los accidentes de tránsito.
- Se ha determinado la existencia de una preferencia por la capacitación presencial sobre la virtual en estos temas preventivos de los accidentes de tránsito. Esto se debe al bajo nivel de conocimiento para el manejo de plataformas educativas virtuales. Sin embargo, la capacitación presencial es muy dificultosa y limitada.
- La gran mayoría de participantes se muestra dispuesta a capacitarse virtualmente para concientizar a la ciudadanía sobre la prevención de los accidentes de tránsito.

Respecto a la capacitación en sí, la existencia de procesos de capacitación con la misma finalidad en varias regiones del mundo. Así, el diario El Tiempo de Bogotá señala en el 2008: “Las crudas cifras sobre muertes y heridos en Villavicencio a causa de los accidentes de tránsito, llevaron a que las actuales autoridades municipales diseñarán y adoptarán un plan de emergencia que busca tratar de disminuir su incidencia y llevarlos en un nivel bajo”. “Una de las primeras acciones es la de sensibilizar a las personas que conducen motocicletas para que conozcan y respeten las normas de tránsito”, manifestó el secretario de Tránsito y Transporte de Villavicencio, Efraín Mojica Rubio.

Puntualizó que teniendo en cuenta que son los conductores de ese tipo de vehículos los que más tienen que ver con el aumento de la accidentalidad en la ciudad, ellos fueron los primeros en recibir varios cursos sobre conducción en la ciudad. En total se realizaron cuatro cur-

sos en los que se capacitaron a cinco mil motociclistas y se les inculcó la política sobre el buen manejo de esos vehículos.

En cambio en México el perito vial Daniel Flores Martínez asegura que, durante las asesorías y cursos que los especialistas del Centro de Investigación CESV de México imparten a empresas de transporte en el país, se ha comprobado que existe una reducción de hasta de un 27% en el índice de siniestralidad, sin embargo, a veces no se logra impactar de esta manera sino se cuenta con instructores con las competencias en Seguridad Vial o si los contenidos de los cursos no son los adecuados. Para que la capacitación sea efectiva y eficiente debe ser continua, con seguimiento a los conductores para la aplicación de las técnicas de manejo.

7.6 Conclusiones

Los MOOC se han convertido en procesos de capacitación que cada día tienen mayor aceptación a nivel mundial, se deduce que luego de un proceso formativo en aspectos viales se puede llegar a niveles de concientización sobre la prevención de los accidentes de tránsito.

Se considera que esta capacitación es aceptada de mejor manera en los adolescentes, por cuanto ellos son quienes tienen acceso permanente al Internet y poseen la competencia de fácil manejo de computadores así como de dispositivos móviles. También se puede señalar que estos procesos de capacitación virtual, resultan sumamente económicos y tiene un alcance global, debido a que superan problemas de distancia y tiempo.

El forjamiento de una cultura de prevención de accidentes de tránsito mediante procesos de capacitación no es algo que se pueda lograr en uno o dos años, este forjamiento debe llevar por lo menos 10 años seguidos de capacitación continua especialmente en la gente joven, esto significa que la línea a seguir es generar estos procesos de capacitación con el apoyo de entidades estatales y llegar a la mayoría de Colegios de la región.

La disminución de los índices de accidentes de tránsito en la región, serán apreciados solamente a largo plazo, lamentablemente los efectos positivos de estas capacitaciones, serán visibles con el transcurso

del tiempo, la reducción de los índices de siniestralidad se dará cuando se haya forjado una cultura de prevención.

7.7 Referencias

- Agencia Nacional de Tránsito (2014). http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas#.WUU1QOs1_IU. Recuperado el 15 abril 2016
- Aguaded, G. I. (29 de junio de 2014). *e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:revistaRied-2015-18-1-7000/Documento.pdf*. Recuperado el 12 de 12 de 2017, de e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:revistaRied-2015-18-1-7000/Documento.pdf
- Aretio, L. G. (s.f.). *L García Aretio - RIED: Revista Iberoamericana de Educación a, 2015 - e-spacio.uned.es*.
- Dirección de Tránsito Nicaragua, D. d. (12 de junio de 2014). *Dirección de Seguridad de tránsito*. Recuperado el 12 de enero de 2017, de <http://www.transitonacional.gob.ni/archivos/1198>
- Flores, D (2012), El impacto de la capacitación en accidentes viales, Recuperado el 17 de abril del 2017 de http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2015/07/el-impacto-de-la-capacitacion-en-la-prevencion-de-accidentes-viales5/
- Gómez, I. A. (23 de enero de 2015). www.redalyc.org/pdf/706/70645811003.pdf. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de Redalyc: www.redalyc.org/pdf/706/70645811003.pdf
- Hospitales de Costa Rica, C. R. (23 de enero de 2008). <http://www.binasss.sa.cr>. Recuperado el 12 de Abril de 2017, de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/hcr/n38-391997/art11.pdf>
- Mildred Acuña Sossa, M. E. (12 de julio de 2015). http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-47032016000200047&lang=pt. Recuperado el 12 de marzo de 2017, de Revista Scielo.
- mooc.es. (12 de Enero de 2015). <http://mooc.es/que-es-un-mooc/>. Recuperado el 15 de 12 de Abril, de <http://mooc.es/que-es-un-mooc/>
- Pappano, L. (12 de enero de 2013). edinaschools.org/cms/lib07/MN01909547/Centricity/Domain/272/The%20Year%20of%20the%20MOOC%20NY%20Times.pdf. Recuperado el 12 de abril de 2017, de edinaschools.org/cms/lib07/MN01909547/Centricity/Domain/272/The%20Year%20of%20the%20MOOC%20NY%20Times.pdf
- Tamez, M. (12 de julio de 2012). <https://observatorio.itesm.mx/edutrends-mooc>. Recuperado el 12 de febrero de 2017, de <https://observatorio.itesm.mx/edutrends-mooc>

Unicef Uruguay, U. (12 de febrero de 2012). <https://www.unicef.org/uruguay>.
Recuperado el 23 de marzo de 2017, de https://www.unicef.org/uruguay/spanish/Punto_Muerto.pdf

Capítulo 8

Uso racional de antibióticos en trauma: Capacitación mediante e-learning en un hospital de referencia del sur de Ecuador, 2015

SERRANO PAREDES KARINA DE LOURDES^{1, 3}
kserrano@ucacue.edu.ec

VANEGAS IZQUIERDO PATRICIA^{1, 3}
pvanegas@ucacue.edu.ec

MESA CANO ISABEL CRISTINA^{1,3}
imesac@ucacue.edu.ec

*JARAMILLO OYERVIDE JULIO*²
jajo156@yahoo.com.ar

*FLORES MONTESINOS CARLOS*¹
cflores@ucacue.edu.ec

SERPA ANDRADE CARINA
investigamedicina@hotmail.com

CAMPOVERDE NATALIA
natalia_campoverde@yahoo.com

*VINUEZA SILVIA*¹
svinueza@ucacue.edu.ec

¹ Universidad Católica de Cuenca

² Universidad de Cuenca

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

La globalización del conocimiento en la actualidad es un hecho, todos los seres humanos buscan según sus necesidades información y para ello manejan medios tecnológicos comunes como tablets, smarthphone, notebook u otros dispositivos, por ello resulta interesante ofrecer a profesionales opciones que inviten a explorar temas de interés mediante plataformas virtuales o sistemas e-learning cuyas ventajas son ya conocidas, destacando; tiempo, accesibilidad, entornos virtuales y metodologías como foros y chats en donde los profesionales tienen la posibilidad de discutir y construir concepciones nuevas. Para lograr lo mencionado no se puede improvisar, al contrario el planificar una capacitación en el sistema e-learning implica cuidar una serie de aspectos metodológicos que garanticen la permanencia de los participantes, brindar contenidos llamativos y temas de interés; en tal virtud se propuso con este sistema, la capacitación a profesionales de diversas áreas de un hospital de referencia del Sur de Ecuador, la posibilidad de participar en esta capacitación que fue desarrollada por la Universidad Católica de Cuenca junto con la Red CEDIA con el tema: *Uso racional de antibióticos en trauma*, este estudio es descriptivo, observacional, logrando una participación considerable de 72 profesionales, mismos que durante 6 meses revisaron e intercambiaron información sobre diferentes tópicos, para valorar los cambios positivos que se generaron con la utilización de esta plataforma, a los que se les evaluó con un cuestionario previamente validado por un grupo focal de docentes de la institución con preguntas referentes al tema de conocimiento básico que sirvió como pre y pos test, el cual nos permitió cuantificar la captación de este curso, los datos fueron obtenidos de los registros de la plataforma Moodle. Obteniendo como resultados 2,64 puntos de incremento en el post test, con una media de notas de 7,66 puntos. Al terminar este estudio y coincidiendo con experiencias similares en otros espacios se puede concluir que el uso adecuado y planificado de medios tecnológicos, ofrecen un abanico de elementos y facilidades para lograr mejores niveles de comprensión de diversos temas, siempre y cuando estos sean coherentes a la realidad como prerrequisito para la calidad que se quiere ofrecer.

Palabras clave: E-learning, Capacitación, Antibióticos, Trauma, Quirúrgico.

8.1 Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han constituido en elementos sustantivos inherentes al desarrollo de todas las esferas de la vida. Las ciencias de la salud y las de educación son las que mayores beneficios han tenido, pues descubren un universo ilimitado de posibilidades como recurso para el aprendizaje expandiéndose a un mayor número de usuarios de diferentes escenarios con la capacidad de socializar el conocimiento (Prieto Díaz *et al.*, 2011).

La educación en la construcción social brinda un aporte individual y colectivo muy importante; además de ser un derecho de todas las personas;

las herramientas tecnológicas actuales permiten sobrepasar las barreras comunes: costos, tiempo y accesibilidad, permitiendo una educación continua en diferentes áreas en las que la aplicación de metodologías permite llegar de forma individualizada según la necesidad, aportando de este modo a la universalización del conocimiento y crecimiento científico (García, 2016).

Investigaciones a nivel internacional destacan que el uso de estos recursos tecnológicos genera dificultad para docentes acostumbrados a la pedagogía tradicional por la brecha y resistencia a pasar a una pedagogía más flexible y dialógica ya que implica no solo cambios de actitud sino capacitación; por ello, en muchos entornos las herramientas tecnológicas se convierten en un simple repositorio a disposición de quienes lo requieren, sin considerar sus beneficios (Aedo & Toledo, 2014).

Para autores de la región, la metodología e-learning que incluye el uso de las nuevas tecnologías, ofrecen a docentes y estudiantes una re-actualización del conocimiento, partiendo de una planificación integral y que se oferta a individuos geográficamente dispersos que interactúan en tiempos diferidos con el docente y el grupo en general mediante la utilización de recursos informáticos y de telecomunicaciones, misma que se desarrolla en un aula o entorno virtual (Barberá, 2016).

Ecuador no está al margen del avance tecnológico gracias a la globalización, autores como Rodríguez, J. F., *et al.* Escribe sobre el implementación de metodologías innovadoras para la educación de docentes con modelos de vanguardia, mejorando de este modo la calidad docente; sus resultados destacan el deseo de participación, el interés de interacción como elemento que permite desarrollar nuevas competencias, la integración en los procesos de educación de los perfiles y competencias profesionales, además de la innovación educativa para optimizar recursos (Franco Rodríguez, Ortiz Jiménez, & Palacios Rabasco, 2017).

La educación a nivel de salud también requiere de estos elementos tecnológicos sobre todo en temas relevantes como el trauma, entendido médicamente como “la exposición del cuerpo humano a cualquier fuente de energía, superando su margen de tolerancia” (Neira J, 2011), considerada además como epidemia mundial, Latinoamérica representa el 11% del total de la mortalidad mundial relacionada al trauma, su manejo ade-

cuado en las áreas de salud y la prevención podrían disminuir la tasa de morbilidad siendo el principal problema afectando a diferentes grupos poblacionales, provocando altas tasas de mortalidad (Mero Lucas, 2015).

El objetivo del presente estudio es describir la participación de un grupo de profesionales de salud de un Hospital de referencia del sur de Ecuador aplicando un curso virtual en el tema: Uso racional de antibióticos en el trauma y cuantificar el nivel de conocimiento adquirido por el profesional de salud.

8.2 Estado del arte

8.2.1 La enseñanza virtual o e-learning

El e-learning es considerado un proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado por una red de terminales informáticas como PCs, Tablet, Smartphone, etc, caracterizado por un entorno diferente entre el físico y el virtual; la separación física entre profesor y alumno, facilitando de esta manera la comunicación síncrona y asíncrona, mediante la interacción didáctica continuada (Pérez Estébanez, López Fernández-Escandón, Romero Fúnez, & Urquía Grande, 2016).

Para la sociedad contemporánea, la educación superior debe estar a la altura de las modificaciones tecnológicas, informáticas y de comunicación, por ello resulta indispensable trabajar con entornos virtuales, cuyas características principales son:

Desaparición de barreras espacio-temporales, permite una participación desde cualquier espacio geográfico

- Formación flexible
- Contenidos actualizados
- Comunicación constante

Todo lo mencionado se complementa con la posibilidad para los estudiantes de trabar y aprender a su propio ritmo, que el estudiante pueda capacitarse cuando lo necesite y en áreas en las que necesite retoolimentar, además de ser interactiva y global en relación a contenidos según la planificación (García Marcos & Cabero Almenara, 2016).

El Learning Management System (LMS), es la denominación completa del e-learning, cuyo uso es creciente en la docencia, permitiendo complementar la clase presencial o introducir modalidades o temáticas nuevas sobre todo en docencia Universitaria (Silva, 2017a).

Con los elementos tecnológicos virtuales disponibles se han desarrollado capacitaciones profesionales que permiten la actualización de conocimientos, sobre todo en el área de salud con el objetivo de mejorar la calidad de atención porque un elemento limitante en estos profesionales es el tiempo y el abandono del lugar de trabajo, así lo destaca el Dr. Martín Cajinos en su artículo: Necesidad de educar en técnicas de resucitación cardiopulmonar y desfibrilación semiautomática para aumentar el aprendizaje de los estudiantes (Martín Cajigos, 2017).

En este contexto existen diversas plataformas educativas desarrolladas en Moodle; herramienta tecnológica que ayudan al desarrollo de contenidos por asignaturas y cursos para llevar a cabo capacitaciones y romper barreras de distancia, como bien lo menciona Cano Muñoz (2016), en su estudio cuyos resultados evidencian que los aprendizajes alcanzados en plataforma Moodle generaron mejores promedio en contraposición de los alcanzados mediante la pedagogía tradicional, recalcando que la temática fue la misma para los dos casos (Cano Muñoz & otros, s. f.).

Otros estudios destacan resultados positivos sobre cursos virtuales elaborados para la actualización de conocimientos y el mejoramiento de la calidad de atención, con una educación continua en áreas complejas y de alta demanda en tiempo y preparación científica, además de la responsabilidad por la complejidad de los pacientes que ingresan Ordóñez (2017) impartió un curso de antibióticos en trauma con énfasis en el uso racional de los mismos, con resultados alentadores.

8.3.2 El Trauma quirúrgico

Entre los problemas de salud pública, se destaca que el trauma es considerado como una epidemia a nivel mundial, tan solo en Latinoamérica este representa el 11% del total de la mortalidad; su manejo adecuado y la prevención podrían disminuir la tasa de morbilidad; es necesario recalcar que este problema afecta a todos los grupos poblacionales, pero es mayor en la población económicamente activa (Mero Lucas, 2015).

En el Ecuador según el Instituto de estadísticas y censos, en el 2011 el trauma se constituyó en la primera causa de mortalidad general, sin embargo su manejo y coordinación en la atención no fue adecuado, uno de los elementos que ha mejorado desde ese año hasta la actualidad es la inversión en insumos y equipamiento de las instituciones de salud, a pesar de ello y como la medicina avanza a pasos agigantados es necesario capacitar al personal de salud sobre temas inherentes, por ello la importancia de utilizar nuevas estrategias y herramientas tecnológicas para cumplir con este componente (El Sur, s. f.).

Según la OMS es imprescindible advertir sobre el uso racional de los medicamentos, por tanto se diseñó una estrategia educativa para promover el uso responsable de antibióticos en el Hospital de Usme. Esta estrategia educativa se desarrolló en cinco fases, la segunda fase maneja el tema de antibióticos (Morejón & Ledo, 2016).

Ruiz (2014) en su estudio elaboró un plan de acciones consistente en la capacitación sobre el uso de antibióticos, los resultados sugieren que el plan de acciones podría ser utilizado periódicamente para mantener el nivel de conocimientos del personal de salud (Ruiz *et al.*, 2014).

Con estos antecedentes, el equipo de tele-educación de la Universidad Católica de Cuenca junto con la Red CEDIA, desarrolla una capacitación virtual con la modalidad e-learning sobre Uso racional de antibióticos en trauma.

8.3 Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, con 72 miembros del personal de salud de diversas profesiones: médicos generales, bioquímicos, personal de enfermería y especialistas que cumplieron con los criterios de inclusión y aceptaron voluntariamente su participación.

La capacitación fue desarrollada en la plataforma Moodle de la Red Nacional de Investigación y Educación del Ecuador, Red CEDIA bajo la modalidad e-learning, el curso completo se desarrolló en 9 módulos, cada uno con actividades virtuales y una duración de 15 días, dando un total de 6 meses; los materiales educativos diseñados fueron

módulos teóricos, videos, material complementario sobre diferentes tópicos, se desarrollaron por medio de la participación en foros y durante todo el proceso existió el acompañamiento de los tutores.

El proceso para el personal fue el ingreso e inscripción digital en la plataforma, cada usuario contaba con una clave personal que le permitía acceder ilimitadamente al curso; al inicio se creó una bienvenida para los participantes, una explicación del desarrollo de la propuesta y un pre test con preguntas objetivas sobre fármacos y trauma, en la parte final se presentó una evaluación en físico a la vez que se agradeció la participación.

Los datos se obtuvieron mediante la plataforma Moodle, pues en esta se registran; número de inscripciones, datos demográficos de los participantes, número de visitas por módulos, participación en foros, chats e interacción con los tutores; con todo ello se generó una base datos en el software SPSS versión 15.00, para determinar las frecuencias y porcentajes a ser analizados.

8.4 Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio se pueden evidenciar en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 8.1
Distribución de la población según características sociodemográficas

Variables sociodemográficas		N	%
Sexo	Femenino	39	54,16
	Masculino	33	45,83
Edad	Adulto Joven	25	34,72
	Adulto Maduro	39	56,16
	Adulto Mayor	8	11,11
Profesión	Licenciado en enfermería	8	11,11
	Bioquímico	18	25,00
	Médicos especialistas	33	45,83
	Médicos Generales	13	18,05

Interpretación: Los profesionales de la salud incluidos en el estudio tuvieron una edad predominante según la clasificación de la OMS

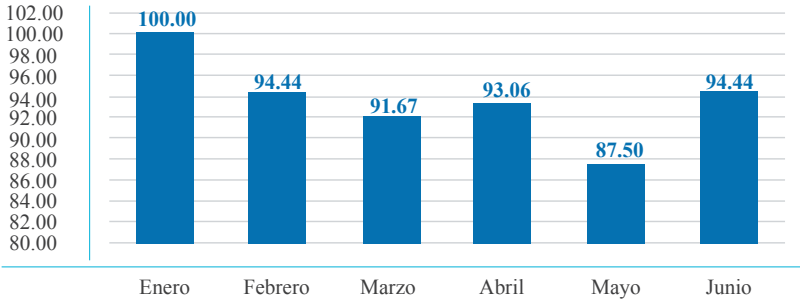
(Organización Mundial de la Salud) los adultos maduros con el 56,16%, también predominó la participación del sexo femenino con el 54,16% y las profesiones que tuvieron mayor participación fueron los Médicos Especialistas con un 45,83% y los bioquímicos con el 25,0%.

Tabla 8.2
Frecuencia de visitas virtuales a recursos obligatorios

Número de visitas a los recursos obligatorios	
Módulo	#
Módulo 1	225
Módulo 2	187
Módulo 3	144
Módulo 4	100
Módulo 5	72
Módulo 6	60
Módulo 7	61
Módulo 8	69
Módulo 9	97

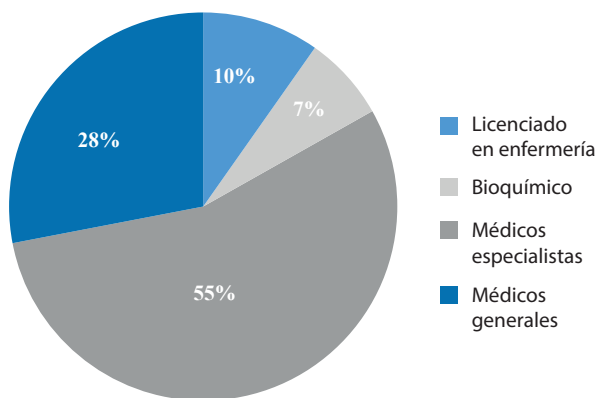
Interpretación: La participación en la capacitación tuvo una buena aceptación en el desarrollo del curso, los participantes revisaban los recursos obligatorios multimedia en forma constante, como podemos observar desde el módulo quinto hasta el octavo existió una disminución considerable que se recuperó en forma notable en el noveno módulo.

Figura 8.1
Frecuencia de actividad mensual en la plataforma



Interpretación: La participación en la capacitación tuvo una buena aceptación pues durante la ejecución se mantuvo una afluencia constante.

Figura 8.2
Actividad en la plataforma según tipo de profesión



Interpretación: Como podemos observar en el gráfico con el 55% los médicos especialistas seguidos de los médicos generales con el 28% fue la participación en las actividades de la plataforma.

Tabla 8.3
Evaluación del puntaje del pre y post test

Evaluación Pre y Post test		Participantes	
Test	#	%	
Pre test	5,02	50,20	
Post test	7,66	76,60	

Interpretación: Luego de la capacitación se observó un incremento de conocimiento de 2.64 puntos con respecto al pre test.

8.5 Discusión

En la actualidad la mayoría de profesiones ha permitido la inserción de las mujeres, y a nivel de salud esta premisa se mantiene, así se aprecia en el presente estudio que más del 50% de la población de

estudio es femenina lo que debería también ser valorado al momento de planificar actividades específicas como chats y foros; del mismo modo que ocurrió en el estudio impacto del uso de entornos virtuales de aprendizaje para la enseñanza de neuroanatomía, en donde la distribución poblacional por género fue mayormente femenina (Quijano Blanco, 2010).

Un elemento importante a considerar en relación al uso de las tecnologías es el grupo etario, en muchos profesionales de salud existe cierta resistencia para el uso de nuevas tecnologías, las consideran complejas y no útiles en temas de capacitación; apenas el 11% del grupo investigado fue adulto mayor, podemos acotar que la baja participación de esta población se puede deber a su desinterés y en las personas jóvenes aún no hay familiarización lo cual no permite una participación masiva en los cursos.

En relación a las profesiones es interesante destacar una participación de diferentes grupos; sin embargo, la mayoría de ellos por el interés en el tema son médicos, alcanzando más del 63%; sin embargo, existe el interés de profesionales como bioquímicos con una participación del 7% y profesionales de enfermería con el 10%.

Es interesante valorar el ingreso a la plataforma virtual, de modo que el número de ingresos y de utilización de este recurso es amplio en los módulos iniciales como ocurre según la Tabla 8.2, mientras que Gimeno Márquez señala de forma global que el grado de satisfacción fue elevado por la accesibilidad, comodidad, la posibilidad de un ritmo de aprendizaje y accesibilidad en diferentes escenarios (Marqués Gimeno, Izquierdo Soriano, & Buendía Gracia, s. f.).

La evaluación del nivel de conocimientos como se explicó en la metodología consistió en la aplicación de un pre test que constó de 15 preguntas, y la evaluación final implicaría el mismo cuestionario para valorar si mejoró o no el porcentaje después de la capacitación, según se aprecia en la Tabla 8.3, se logra un incremento de más del 20%, lo que ratificaría el beneficio de los entornos virtuales en la capacitación de los profesionales de la salud, según el test de Fisher aplicada en el estudio podemos concluir que la proporción de estudiantes que aprobaron fue

mayor al grupo de observación con un $p=0,001$, igual lo afirma Quijano en su estudio donde la aprobación del 37.8% del grupo que participó versus un 6.9% del grupo de observación (Silva, 2017a).

8.6 Conclusiones

El análisis de estos datos nos permite concluir que el proceso de enseñanza- aprendizaje que tiene lugar con la metodología tradicional se puede apoyar con los entornos virtuales para complementar el trabajo docente- estudiante, entendiendo que en la actualidad la educación se centra en un mecanismo bidireccional donde las instrucciones, los contenidos y las evaluaciones deben ser formativas, sumativas y diagnósticas; tal como lo describe el modelo pedagógico constructivista, pues se cuenta con la participación y los aportes según los conocimientos previos de cada integrante.

La metodología e-learning es idónea para que los docentes que deseen mantenerse vigentes en el mundo actual puedan hacerlo, a la luz de los resultados obtenidos se puede afirmar que para el personal de salud es inherente la necesidad de mantenerse en capacitación constante, pero tienen unas limitantes como; el tiempo y la accesibilidad, en virtud de esto los recursos entregados en los entornos virtuales permiten sobrepasar los obstáculos para la autoformación, destacando que la labor docente no es reemplazada en ningún momento y es necesario para que funcione una adecuada preparación del material a utilizar, construcción de cada una de las herramientas, seguimiento de las actividades y evaluación de los resultados.

Según los hallazgos encontrados en la investigación se requiere de un estudio de la población objeto, antes de impartir las capacitaciones con el objetivo de homogenizar a los participantes, identificar las necesidades e intereses particulares, esto garantiza la constancia en los diferentes módulos y actividades programadas.

Para finalizar podemos señalar que para lograr el cumplimiento de los objetivos del curso depende en gran medida de la programación, planificación adecuada y el interés de los participantes que se colisionan como elementos que garantizan el éxito de los cursos impartidos con la

metodología e-learning para diversos temas no solo en salud sino de las ciencias en general.

8.7 Referencias

- Aedo, R. R. F., & Toledo, R. Y. (2014). Análisis del uso de un repositorio docente digital en la Universidad “Máximo Gómez Báez” de Ciego de Ávila, Cuba. *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 3(1), 1.
- Barberá, E. (2016). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. *Revista de Educación a Distancia*, (50). Recuperado a partir de <http://revistas.um.es/red/article/view/270811>
- Cano Muñoz, A. L., & others (s. f.). *Proyecto de aula para la enseñanza de los principios fundamentales de la química, en estudiantes de básica primaria, utilizando la plataforma Moodle*. Universidad Nacional de Colombia-Sede (Medellín). Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/55690/>
- El Sur, T. Y. E. E. (s. f.). *Trauma y emergencias en el sur del Ecuador. Historia, realidad y perspectivas*.
- Franco Rodríguez, J., Ortiz Jiménez, L., & Palacios Rabasco, Z. (2017). Formación del profesorado universitario hacia el año 2020: modelos educativos de vanguardia para la docencia agropecuaria de alta competencia en el Ecuador. *Alternativas*, 17(2), 11. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v17i2.114>
- García, F. C. (2016). Diseño de un modelo curricular E-learning, utilizando una metodología activa participativa/Design of a curricular e-learning model, using an active and participatory methodology. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 147-182.
- García Marcos, C. J., & Cabero Almenara, J. (2016). Evolución y estado actual del e-learning en la Formación Profesional española. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 167. <https://doi.org/10.5944/ried.19.2.15800>
- Marqués Gimeno, A., Izquierdo Soriano, J., & Buendía Gracia, F. (s. f.). *Utilización de una plataforma e-learning para la formación de profesionales de Atención Primaria*. Recuperado a partir de <http://www.elsevier.es/controladores/congresos-herramientas.php?idCongreso=41&idSesion=2775&idComunicacion=30281&r=40>
- Martín Cajigos, D. (2017). *Necesidad de educar en técnicas de resucitación cardiopulmonar y desfibrilación semi-automática para aumentar el aprendizaje de los estudiantes en el ámbito escolar*. Recuperado a partir de <https://addi.ehu.es/handle/10810/20718>

- Mero Lucas, R. V. (2015). *Caracterización de pacientes adultos con trauma torácico que ingresan al servicio de emergencia del Hospital Eugenio Espejo en el periodo Enero del 2013 a del Octubre 2014*. Quito: UCE. Recuperado a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/4704>
- Morejón, M. M., & Ledo, M. J. V. (2016). Plataformas de trabajo colaborativo para la dirección en Salud, aprender desde la educación virtual. *Revista INFODIR*, (23). Recuperado a partir de <http://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/187>
- Pérez Estébanez, R., López Fernández-Escandón, R., Romero Fúnez, D., & Urquía Grande, E. (2016). *E learning: Un proyecto de docencia virtual como proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado en la red*. Recuperado a partir de <http://eprints.sim.ucm.es/36183/1/Memoria%20PIMCD%20175.pdf>
- PrietoDíaz, V., Quiñones La Rosa, I., Ramírez Durán, G., Fuentes Gil, Z., Labrada Pavón, T., Pérez Hechavarría, O., & Montero Valdés, M. (2011). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Educación Médica Superior*, 25(1), 95-102.
- Quijano Blanco, Y. (2010). Impact of the Use of Virtual Learning as Mediation for Teaching Neuroanatomy to Medicine Students. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 15-22.
- Ruiz, A., M, A., Águila, D., R, H., Sánchez, V., & I, M. (2014). ¿Se prescriben adecuadamente los antibióticos en el hospital universitario «Mártires del 9 de Abril»? *Medicentro Electrónica*, 18(3), 143-144.
- Silva, J. (2017a). Un modelo pedagógico virtual centrado en las E-actividades. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (53). <https://doi.org/10.6018/red/53/10>

Capítulo 9

Impacto de un curso b-learning sobre el uso racional de antibióticos en trauma en alumnos y docentes de la Universidad Católica de Cuenca

SERRANO PAREDES KARINA DE LOURDES^{1,2}
kserrano@ucacue.edu.ec

MESA CANO ISABEL CRISTINA^{1,2}
imesac@ucacue.edu.ec

VANEGAS IZQUIERDO PATRICIA^{1,2}
pvanegas@ucacue.edu.ec

¹ Universidad Católica de Cuenca

² Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC en la enseñanza del uso racional de antibióticos en el trauma, impartido a estudiantes y docentes en la carrera de Medicina, es sin duda un reto planteado para mejorar la calidad del aprendizaje con el uso de la metodología b-learning, lo que conlleva a un progreso en todos los ámbitos del desarrollo humano involucrando el entorno del conocimiento, fusionado al aprendizaje y el internet, de esta forma se crea un binomio de enseñanza presencial y virtual llamado aprendizaje mixto, pues desarrolla competencias en carreras importantes como son las ciencias de la salud. En este estudio se determina el impacto de un curso con la modalidad b-learning sobre el uso racional de antibióticos, en trauma, en alumnos de décimo ciclo y docentes de medicina. Se realizó un estudio cuasi experimental, el universo estuvo constituido por 102 estudiantes de décimo ciclo, y se relaciona con la muestra no probabilística intencionada. El curso fue desarrollado en Moodle en la plataforma de CEDIA: consta de tres módulos teóricos y uno práctico, que permiten desarrollar los casos clínicos basados en experiencias adquiridas en la especialidad. Previo al desarrollo del curso se realizó un pre test de conocimientos; se elaboró

un cuestionario de preguntas previamente validado con el tema de la capacitación, y durante la ejecución se mantuvieron sesiones presenciales y virtuales para el desarrollo de los casos. Los participantes interactuaron con profesionales del tema; el curso tuvo una duración de 6 semanas y una vez culminado, se evaluó con un pos test para medir el nivel de conocimiento adquirido y con un cuestionario para medir la satisfacción del curso. Los resultados mostraron que el uso de esta modalidad fue positivo, la asociación de las variables de estudio sobre el conocimiento de la plataforma desarrollada en Moodle y el nivel de confianza sobre el uso de la metodología b-learning fue de $p=0,000$ significativo. En cuanto a la experiencia del uso del curso asociado a la variable conocimiento de Moodle da un $p=0,037$ significativo y un $p= 0,000$ significativo aplicado en el mejoramiento de la calidad de profesional de la salud. El estudio realizado permitió constatar que la participación adecuada de los estudiantes, el seguimiento, el modelo de evaluación y el estudio de casos en un curso b-learning mejora el proceso de aprendizaje en forma significativa.

Palabras clave: Capacitación, b-learning, Trauma, teleeducación

9.1 Introducción

La innovación tecnológica a través del uso de plataformas educativas basada en Moodle; permite a los educandos disponer de espacios interactivos (foros, chat, wikis, entre otras). Como plantea Bartolomé (2004), el Blended learning (aprendizaje mezclado) se implemente con firmeza en la Educación Superior, pues se combina lo mejor del aprendizaje presencial con las funcionalidades del virtual para potenciar las fortalezas y disminuir las debilidades de ambas (Soler, Antúnez, Ramírez, & Rodríguez, 2012).

La Universidad Católica de Cuenca, institución educativa de nivel superior, cumple con su visión formar profesionales innovadores, con buenas bases, competencias y con criterios de creatividad; de tal manera que su cumplimiento se da con la aplicación de tecnologías que no permiten que el profesional se quede solamente en las aulas de clases tradicionales: disminuye barreras y aminora el tiempo para ascender a constantes capacitaciones y actualizaciones de conocimientos, sin abandonar sus áreas de trabajo. Para esto, las herramientas web juegan un papel importante en este tipo de enseñanza; como un adicional a sus asignaturas, llevan a entender en forma activa ciertas situaciones en las que se va a encontrar inmerso en sus prácticas profesionales (Muñoz, Matus, Pérez, & Fasce, 2016).

Para mantener un aprendizaje permanente y auto dirigido a los estudiantes, los tutores deben ser capaces de evaluar e integrar directrices emergentes en salud permitiendo que el curso cubra las áreas necesarias del conocimiento sobre antibióticos y el uso racional en el trauma. Mediante la técnica de estudio de casos, se permite a los estudiantes compartir con las profesionales experiencias en el cuidado del paciente y enseñar a tomar decisiones precisas y correctas en momentos críticos, lo que permite mejor calidad de atención primaria en salud (González Mariño, 2010).

La presente investigación “Impacto de un curso b-learning sobre el uso racional de antibióticos en trauma en alumnos y docentes de la Universidad Católica de Cuenca”, tiene como objetivo determinar el impacto de un curso con la modalidad b-learning sobre el uso racional de antibióticos, en trauma, en alumnos de décimo ciclo y docentes de medicina. El propósito es describir algunos hallazgos encontrados en la literatura sobre el tema, posteriormente dar a conocer el nivel de conocimiento de los participantes sobre plataforma virtual y modalidad b-learning, nivel de conocimiento de los participantes sobre los contenidos del curso y por último el nivel de calidad del curso b-learning.

9.2 Estado del arte

La teleeducación es una modalidad de capacitación a distancia, utiliza una terminal informática, recursos de Internet y herramientas web en la que el participante cuenta con flexibilidad para escoger horarios y lugares de conexión para realizar las actividades didácticas; está a su vez es una rama de la telemedicina, ya que nos permite utilizar los recursos tecnológicos para el desarrollo de cursos dirigidos a distintas áreas de la salud. Es importante su aplicación para estudiantes, médicos y personal de salud, porque permiten mantener una capacitación constante y mejorar su formación en diversos ámbitos (Ruiz Ibañez, Zuluaga de Cadena, & Trujillo Zea, 2007).

El modelo pedagógico crítico, que lleva a cabo la educación superior del país, está basado en el constructivismo, en donde un docente tiene que convertirse en tutor y los materiales didácticos deben ser innovadores. El aprendizaje se vuelve no objetivo si no subjetivo, dependiente de la población objeto (Huaman & Flores Cueto Juan, 2015).

El b-learning es un modelo instruccional virtual, con la incorporación de actividades presenciales. A este modelo se lo conoce también como “modelo mixto”, utiliza los recursos de una plataforma desarrollada en Moodle (Entorno de aprendizaje modular dinámico orientado a objetos), internet y/o herramientas de la web 2.0; se utilizan recursos de una plataforma para promover discusiones asincrónicas y tratar temas de interés mediante el uso del foro o el chat. De esta forma se promueve la interacción entre los estudiantes y el tutor (González Mariño, 2010).

Esta modalidad permite crear cursos interactivos, debido a que no corresponden a un modelo estandarizado. Este requiere una planificación didáctico-pedagógico, parte desde las necesidades de los estudiantes y del entorno; podemos precisar los objetivos para los que están creados y así justificar la selección de instrumentos, tareas y actividades, que se realizan bajo la modalidad presencial y virtual. Este modelo satisface las expectativas de los participantes, que desarrollan habilidades de aprendizaje independiente puesto que ofrecen oportunidades a quienes trabajan y tienen dificultades para movilizarse, reduce los costos y el tiempo que debe dedicarse a desarrollar las actividades planteadas (Bolívar, 2011).

Bartolome (2004) expone que:

las universidades y, en general, todo el sistema educativo, debe preparar a ciudadanos en una sociedad en la que el acceso a la información y la toma de decisiones se convierte en los elementos distintivos de la educación de calidad.

La tecnología constituye un valioso recurso que mediante el uso adecuado puede favorecer el aprendizaje, desde el uso de los teléfonos móviles para enviar textos, imágenes y sonido hasta la producción de videos digitales, la tecnología abre numerosas oportunidades en diversas áreas, possibilitando a los usuarios hacer cosas que no podrían realizarse con la misma eficacia usando otras herramientas (Aldana, Osorio, & Rengifo, 2017).

El estudio realizado por Moreno Lázaro, “Efecto de un taller sobre la utilización de datos biomédicos de la web en el rendimiento académico en estudiantes de Medicina”, el uso de las TIC tiene una importancia significativa en el proceso de aprendizaje, así como en el conocimiento de las capacidades y recursos de los estudiantes en la búsqueda

de nuevos conocimientos. Evidencia la necesidad de involucrar áreas de aprendizaje virtual como una estrategia de aprendizaje (Lázaro & de la Rosa, 2017).

Los modelos de enseñanza semipresencial son modelos implementados por países desarrollados (países europeos y Estados Unidos), se aplican con frecuencia de un modo específico con la provisión o uso de recursos que combinan e-learning (online), m-learning (móvil learning) con otros recursos educativos (Merchán, Sabogal, Aguirre, Tijo, & Valencia, 2016).

En la ciudad de Cuenca se realizó un estudio de evaluación del uso del programa b-learning en estudiantes de Medicina, sobre tratamiento inicial y prevención de trauma en niños. En 2015, la experiencia fue positiva, logró una importante aceptación de los estudiantes; también se implementó un curso con modalidad b-learning y se obtuvo resultados positivos en la captación de docentes y estudiantes (Espinoza, Coveña, Andrade, Segarra, & Naranjo, 2016).

El trauma se ha convertido en la principal causa de mortalidad en personas de 1 a 44 años de edad. Es un problema de salud pública importante en todo el mundo (Cameron, 2016). Algunos datos en el Ecuador señalan que la mortalidad por trauma oscila entre el 10% y 50% (Mejía, 2015); en Cuenca, el trauma es la tercera causa de mortalidad: el 46% de las llamadas al Consejo de Seguridad Ciudadana fueron por trauma. Afecta al sexo masculino en un porcentaje del 30%, en edades entre 20 a 29 años; la principal causa son los accidentes de tránsito. Para fortalecer las habilidades en el manejo del trauma, tanto a nivel pre-hospitalarias como hospitalario, se han desarrollado algunos sistemas como son los sistemas PHTLS (Prehospital Trauma Life Support), ATLS (Advance Trauma Life Support) y ITLS (International Trauma Life Support); estos han permitido sistematizar el accionar del personal ante eventos traumáticos.

En general los pacientes con diagnóstico de trauma tienen una amplia posibilidad de adquirir una infección, ya sea producto del propio mecanismo del trauma -con el ingreso de agentes exógenos durante su atención-, introducidos durante procedimientos encaminados al cuidado del paciente, o también debido a la ruptura de barreras que mantienen a los agentes endógenos en su medio. A esto se adiciona el hecho

de que el paciente traumatizado presenta una supresión de la respuesta inmune; por todas las complicaciones que se puedan presentar, es de gran importancia tratar de evitarlas. El uso adecuado de los antibióticos ha sido estudiado ampliamente destacando que el uso racional de los mismos es de vital importancia para la curación, recuperación y rehabilitación de los pacientes (Maguiña Vargas, 2016).

Para escoger adecuadamente el antibiótico es necesario tener en cuenta: los mecanismos que utilizan los organismos invasores, la respuesta fisiológica del huésped y la fisiopatología de la infección. El mejor antibiótico debe ser aquel que tenga un efecto mínimo en el paciente y un efecto máximo contra las bacterias.

Las principales medidas destinadas a disminuir la morbilidad y mortalidad de las complicaciones en trauma están relacionadas con la prevención y la capacitación constante del personal médico, paramédico y la población en general, sobre qué hacer ante una urgencia. Los cursos de actualización se enfocan hacia los residentes, quienes son los primeros en tratar al paciente lesionado (Despaigne, 2011).

9.3 Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuasi experimental con 102 estudiantes de décimo ciclo, de la facultad de Medicina de la Unidad Académica de Salud y Bienestar de la Universidad Católica de Cuenca, sobre el uso de antibióticos en el trauma. Se aplicó un pre y pos test sobre conocimientos básicos de antibióticos y usos en los diferentes traumas, también se realizó una encuesta de satisfacción y percepción sobre conocimientos básicos en el uso de aulas virtuales y cursos online. El muestreo fue no probabilístico intencionado y el procesamiento de los datos se realizó en el software SPSS versión 15. Para determinar si hubo diferencia estadísticamente significativa, los datos se analizaron mediante el estadígrafo McNemar.

El curso que fue desarrollado en la plataforma Moodle, bajo la modalidad b-learning, fue sobre Tele-educación en uso de antibióticos para manejo del trauma. El curso se dividió en 4 módulos: tres virtuales y uno presencial, todas las actividades virtuales se desarrollaron en la plataforma Moodle proporcionada por CEDIA; los materiales educativos desarrollados

para este curso fueron módulos teóricos, vídeos y diagramas de flujo sobre los tópicos. Las actividades virtuales se desarrollaron mediante la participación en foros, chats y evaluaciones en línea; la parte presencial se desarrolló mediante la participación de docentes y alumnos en las salas de conferencia y salas web de la Facultad de Medicina, para el análisis de casos clínicos y discusión, los mismos están contemplados en el módulo 4.

Los datos fueron obtenidos en los registros de actividades de la plataforma: la encuesta de satisfacción -previamente validada- y el análisis de los resultados del pre y post test. El curso tuvo una duración de 40 horas virtuales y 10 presenciales. Al culminar el curso se realizó una encuesta para medir la calidad de las herramientas y materiales desarrollados.

9.4 Resultados

El curso de capacitación inició con 102 estudiantes de décimo ciclo de la Facultad de Medicina, con edades clasificadas según la OMS (Organización Mundial de la Salud) en: adultos jóvenes, un 89.2%, y adultos mayores, un 10.8%. Del total de participantes, el 58.8% son de sexo femenino y el 41.2% de sexo masculino; la participación en el curso se realizó de forma voluntaria para docentes y alumnos.

Nivel de conocimiento de los participantes sobre plataforma virtual y modalidad b-learning

Tabla 9.1
Distribución de 102 participantes con respecto a si han seguido un curso virtual y su conocimiento

Ha seguido un curso virtual	#	%
SÍ	84	82.4
NO	18	17.6
Conoce una aula virtual	#	%
SÍ	65	63.70
NO	37	36.3

Interpretación: De los 102 estudiantes, el 82.4% ha seguido un curso virtual; el 17.6%, no; el 63.7% tenía conocimiento de las aulas virtuales; el 36.6%, no.

Nivel de conocimiento de los participantes sobre los contenidos del curso

Tabla 9.2

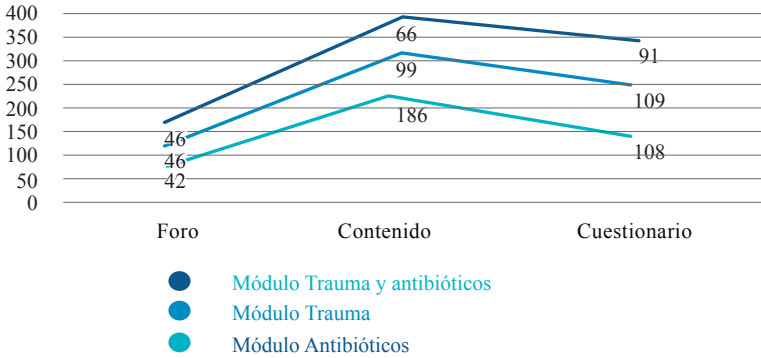
Mediana de resultados de evaluación pre y post test del curso del manejo racional de antibióticos en trauma

Test	Mediana
Pre test	49.89
Pos test	88.23

Interpretación: El promedio de calificaciones de los 102 participantes del curso, que rindieron el pretest, fue de 49.89 puntos y el post test es de 88.23; se obtuvo un incremento de 38.24 puntos y una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0.001$).

Figura 9.1

Distribución de 102 participaciones en actividades y recursos virtuales



Interpretación: En el curso de uso racional de antibióticos en trauma, la participación en las actividades por módulos fue:

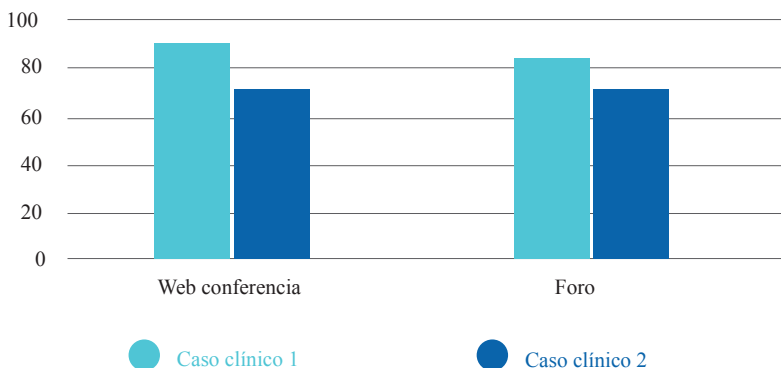
- Módulo de trauma y antibióticos, en foros: 46 participantes; contenido: 66; cuestionarios: 91.
- En el módulo de trauma, en foros: 46 participantes; en contenidos: 99; cuestionarios: 109.
- En el módulo de antibióticos, en foros: 42 participantes; contenidos: 186; cuestionarios: 108.

En las actividades descritas los foros fueron medidos por la participación en preguntas y respuestas; en los contenidos, el número de

ingresos para visualizar; y en los cuestionarios, cada participante tuvo la oportunidad de dos intentos para responder.

Figura 9.2

Participación de los estudiantes del curso b-learning en actividades presenciales con soporte virtual



Interpretación: La participación presencial, con soporte virtual en el caso clínico 1, durante la videoconferencia fue de 91 y en los foros de 85. En el caso clínico 2, a la web conferencia asistieron 73 participantes y en el foro estuvieron 72.

Nivel de calidad del curso b-learning

Tabla 9.3

El curso le ayuda a su capacitación profesional

Cursos virtuales ayudan a capacitarse	#	%
De acuerdo totalmente	58	56,9
De acuerdo	31	30,4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	10	9,8
En desacuerdo	3	2,9
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Sobre si el curso ayuda a su capacitación profesional, los participantes respondieron: De acuerdo totalmente, un 56.9%; de acuerdo, el 30.4%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 9.8%; en desacuerdo, el 2.9%.

Tabla 9.4

Se otorgaron todas las herramientas didácticas para su aprendizaje b-learning

Considera que se otorgaron todas las herramientas didácticas para su aprendizaje b-learning	#	%
Totalmente de acuerdo	44	43,1
De acuerdo	34	33,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	20	19,6
En desacuerdo	4	3,9
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Sobre si se otorgaron todas las herramientas didácticas para su aprendizaje b-learning, los participantes respondieron: de acuerdo totalmente, el 43.1%; de acuerdo, el 33.3%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 19.6%; en desacuerdo, el 3.9%.

Tabla 9.5

La metodología didáctica, utilizada en el curso, mantiene el interés en el seguimiento del curso

La metodología didáctica, utilizada en el curso, mantiene el interés en el seguimiento del curso	#	%
Totalmente de acuerdo	42	41,2
De acuerdo	39	38,2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	13,7
En desacuerdo	6	5,9
Totalmente en desacuerdo	1	1,0
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Se observa, en la tabla anterior, que sobre si la metodología didáctica utilizada en el curso mantiene el interés en el seguimiento del mismo, los participantes respondieron: De acuerdo totalmente, el 41.2%; de acuerdo, el 38.2%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 13.7%; en desacuerdo, el 5.9%.

Tabla 9.6

El curso virtual se presenta de forma comprensible

El curso virtual se presenta de forma comprensible	#	%
Totalmente de acuerdo	51	50,0
De acuerdo	36	35,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	8	7,8
En desacuerdo	7	6,9
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Sobre si el curso virtual se presenta de forma comprensible, los participantes respondieron: de acuerdo totalmente, el 50%; de acuerdo, el 35.3%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 7.8%; en desacuerdo, el 6.9%.

Tabla 9.7

Distribución de 102 participantes sobre la experiencia en este curso

La experiencia en este curso fue positiva o negativa	#	%
Negativa	5	4,9
Positiva	97	95,1
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Sobre si los participantes creyeron que la experiencia en este curso fue positiva o negativa, respondieron: Positiva, el 95.1%; y negativa, el 4.9%.

Tabla 9.8

Recomendaría esta modalidad para otros cursos

Recomendaría esta modalidad para otros cursos	#	%
Totalmente de acuerdo	55	53,9
De acuerdo	29	28,4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	11	10,8
En desacuerdo	6	5,9
Totalmente en desacuerdo	1	1,0
TOTAL	102	100,0

Interpretación: Los participantes respondieron: De acuerdo totalmente, el 53.9%; de acuerdo, el 28.4%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 10.8%; en desacuerdo, el 5.9%; totalmente en desacuerdo, el 1%, con respecto a recomendar esta modalidad de cursos para capacitarse.

9.5 Discusión

Nivel de conocimiento de los participantes sobre plataforma virtual y modalidad b-learning

Algunos estudios (Rodríguez, Castillo, & Gutiérrez, 2016), enfocados en el tema de estudio “Percepción y valoración del alumnado sobre las propuestas b-learning en grados de ingenierías industriales y de telecomunicación”, han encontrado que los participantes de sus estudios tienen un buen nivel de conocimientos informáticos y una cierta experiencia previa en el uso de plataformas virtuales.

En su mayoría, el alumnado participante en el estudio tenía conocimientos de aulas virtuales, con un porcentaje 63.7%; y el 82.4%, han seguido un curso virtual previamente.

Nivel de conocimiento de los participantes sobre los contenidos del curso

García en su estudio, “La importancia de la modalidad ‘blended learning’. Análisis de una experiencia educativa”, enfoca que la participación en el curso con actividades virtuales mostró que en los foros fue por debajo del 50%, teniendo en cuenta que este valor dependió de la intervención en preguntas y respuestas, que en esta modalidad, aunque no existía el contacto directo entre participantes, si se tenía interacción constante y la posibilidad de exponer preguntas y respuestas para la construcción del conocimiento pero la participación de esta forma fue muy baja (García Aretio, Ruiz Corbellá, & Domínguez Figaredo, 2007).

En el acceso a los contenidos del curso que fue medido por el número de ingresos a esta sesión se evidenció que fue mayor la participación que en los foros, y fue muy importante la diferencia de participación en los diferentes módulos, es importante destacar que en el módulo de antibióticos el número de ingreso es tres veces mayor que en el módulo de trauma y antibióticos y el doble que en el módulo de trauma. Es indispensable que los contenidos del curso estén enfocados hacia el interés de los matriculados para que se promueva la participación.

Los cuestionarios obtuvieron una participación media de 99%, con una importante participación, teniendo en cuenta que éstos son

calificables y se tenían dos oportunidades por alumno para resolverla. No es un modo de construcción de conocimiento muy enfocado a la metodología tradicional de enseñanza, lo que permite a los investigadores enfocar sus esfuerzos en promover en los estudiantes un modelo constructivista en el proceso enseñanza aprendizaje. Otros autores (Espinoza, Coveña, Andrade, Segarra, & Naranjo, 2016), en estudios como la “Evaluación del uso del programa b-learning en estudiantes de Medicina, sobre tratamiento inicial y prevención de trauma en niños. Cuenca 2015”, señalan que el modelo b-learning fusiona las modalidades presencial y virtual e integra tecnología, didáctica y currículo, y la construcción del conocimiento es participativa entre estudiantes y docentes.

En la resolución de casos, la participación presencial con soporte virtual como es planteado por Espinoza tuvo una mejor acogida, pero se denota una gran variación en la asistencia entre el caso 1 y el 2. Cabe destacar que la aplicación para el primer caso se realizó en horas de clase, pero en el segundo la participación fue en horas autónomas del estudiante. Existió una disminución de la participación en las actividades: En el caso clínico 1, durante la videoconferencia, fue de 91, y en los foros de 85; en el caso clínico 2, en la web conferencia fue de 73 participantes y en el foro fueron 72.

Nivel de calidad del curso b-learning

Mariño en su publicación (2006) hace referencia a las ventajas y beneficios que la era de la comunicación y la informática brinda en la actualidad, mediada por nuevas tecnologías que han influenciado notablemente en los procesos de educación tanto presenciales como a distancia. Ofrecen: Entrenamiento Basado en Computadora CBT, Entrenamiento Basado en Web WBT o plataformas gestoras del aprendizaje (LMS) videoconferencia.

Según la evaluación realizada por los participantes, se encontró que acerca de la pregunta sobre si se otorgaron todas las herramientas didácticas para su aprendizaje b-learning, los participantes respondieron: De acuerdo totalmente, el 43.1%; de acuerdo, el 33.3%; ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 19.6%; en desacuerdo, el 3.9%. El análisis está por debajo del 50% en la respuesta “de acuerdo totalmente”, lo que indi-

ca que es necesario, en los nuevos cursos, implementar mayor número de actividades y herramientas.

Barrios en su estudio (Barrios & Mourelle, 2017), “Satisfacción de los alumnos de la maestría de Fármaco epidemiología con el uso del aula virtual”, realiza un curso virtual y en las conclusiones, al evaluar la percepción de los estudiantes, encuentra que fue descrito como “poco satisfactorio”.

En este estudio, en los resultados encontrados, un pequeño porcentaje tiene dudas y desacuerdos en la forma en que fue presentado el curso. Sobre la pregunta de si lo recomendarían, el 10.8% está ni en acuerdo ni en desacuerdo; en desacuerdo, el 5.9%; en total desacuerdo, el 1%: porcentaje significativo, aunque no mayoritario.

Arias (2011) en su artículo, “Aprendizaje mezclado (b-learning) Modalidad de formación de profesionales”, encontró un alto nivel de eficacia en el uso de la modalidad b-learning y un alto grado de satisfacción de los participantes de su estudio. En nuestro estudio encontramos que los participantes a la pregunta sobre si la experiencia en el curso fue positiva o negativa, opinaron: positiva, el 95.1%; negativa, el 4.9%. Se encuentra un alto nivel de satisfacción entre los participantes.

9.6 Conclusiones

Con el análisis de los resultados podemos decir que las aulas virtuales como complemento de las clases presenciales son una metodología efectiva para el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos, estos recursos ya reconocidos por los estudiantes y docentes investigados favorecen tanto los componentes autónomos como los de docencia asistida y colaborativa.

En los resultados obtenidos en este proceso se puede concluir que hay algunos recursos con mayor registro que otros, al analizar esta situación se encuentran factores que favorecen la participación como las actividades obligatorias, calificables e incluidas en el tiempo del trabajo colaborativo, importante resaltar que el componente autónomo de aprendizaje debe ser estimulado para fortalecer la autoformación, faci-

litar la entrega de tareas, el repaso de los contenidos revisados en clase y cumplir con los tiempos de dedicación propuestas para cada asignatura.

Los beneficios pedagógicos esperados de la metodología b-learning en el proceso de enseñanza-aprendizaje se lograrán teniendo en cuenta la planificación de la clase, el seguimiento a cada uno de los recursos utilizados, los contenidos propuestos acordes a las expectativas de los participantes, el enfoque dependiendo del público objetivo, el desarrollo de cada tema, los contenidos propuestos con recursos didácticos y la actitud que adopten los docentes y estudiantes.

Para finalizar es importante tener en cuenta que la labor docente consiste en crear el ambiente virtual, pero si están interesados en optimizar su práctica, estos ambientes son un apoyo, pero requiere de su intervención, continua supervisión y participación en las actividades que ahí se realicen convirtiéndose en un proceso bidireccional.

9.7 Referencias

- Aldana, M. A. G., Osorio, K. V. P., & Rengifo, Y. P. (2017). Aplicación de las TIC en modelos educativos blended learning: Una revisión sistemática de literatura. *Sophia*, 13(1), 144-154.
- Arias, J. A. M. (2011). Aprendizaje mezclado (B-Learning) Modalidad de formación de profesionales. *Revista Universidad EAFIT*, 45(154), 70–77.
- Bartolomé, A. (2004). Blended learning. Conceptos básicos. Universidad de Barcelona. Revista de medios y educación. lmi. ub. es. http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/04_blended_learning/documentacion/1_bartolome.pdf http://pmayobre.webs.uvigo.es/textos/maria_banchs/representaciones_sociales_memoria_identidad.pdf.
- Barrios, M. A. C., & Mourelle, J. A. F. (2017). Satisfacción de los alumnos de la maestría de Farmacoepidemiología con el uso del aula virtual. *Educación Médica Superior*, 31(2). Recuperado a partir de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1057>
- Bolívar, C. R. (2011). Tendencias actuales en el uso del B-Learning: Un análisis en el contexto del tercer congreso virtual Iberoamericano sobre la calidad en educación a distancia (EduQ@ 2010). *Investigación y postgrado*, 26(1), 9-30.
- Despaigne, A. L. (2011). Grado de conocimientos básicos sobre trauma en atención primaria. Cultura médica o necesidad? *Revista Cubana de Cirugía*, 50(4), 483-489.

- Espinoza, E. del C. P., Coveña, D. P. V., Andrade, H. R. P., Segarra, J. I. O., & Naranjo, J. R. (2016a). Evaluación del uso del programa B learning en estudiantes de Medicina, sobre tratamiento inicial y prevención de trauma en niños. Cuenca 2015. *Uniandes Episteme*, 3(3, sept.). Recuperado a partir de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/371>
- Espinoza, E. del C. P., Coveña, D. P. V., Andrade, H. R. P., Segarra, J. I. O., & Naranjo, J. R. (2016b). Evaluación del uso del programa B learning en estudiantes de Medicina, sobre tratamiento inicial y prevención de trauma en niños. Cuenca 2015. *Uniandes Episteme*, 3(3, sept.). Recuperado a partir de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/371>
- García Aretio, L., Ruiz Corbellá, M., & Domínguez Figaredo, D. (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Barcelona: Ariel.
- González Mariño, J. C. (2010). *Blended learning, un modelo pertinente para la educación superior en la sociedad del conocimiento*. Recuperado a partir de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1587/1/95-JGM.PDF>
- Huaman, M. C. H., & Flores Cueto Juan (2015). Propuesta de un modelo pedagógico e-learning en la Universidad de San Martín de Porres.
- Lázaro, M., & de la Rosa, A. (2017). *Efecto de un taller sobre utilización de datos biomedicos de la web en el rendimiento académico en estudiantes de medicina humana*. UPAO, 2010.
- Maguiña Vargas, C. (2016). *Uso racional de antibióticos*. Recuperado a partir de <http://200.48.13.40/handle/CMP/24>
- Mariño, J. C. G. (2006). B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en Educación Superior. *Revista complutense de Educación*, 17(1), 121.
- Merchán, S., Sabogal, G., Aguirre, L., Tijo, D., & Valencia, S. (2016). *Hacia una integración del B-learning y el Aprendizaje Significativo: Un estudio de caso en la Universidad El Bosque*. Recuperado a partir de <http://research.unir.net/unesco-congreso/wp-content/uploads/sites/76/2016/06/8-PResentaci%C3%B3nUNIRB-Leraning23062016.pdf>
- Muñoz, F., Matus, O., Pérez, C., & Fasce, E. (2016). Blended learning y el desarrollo de la comunicación científica en un programa de especialización dental. *Investigación en Educación Médica*. <https://doi.org/10.1016/j.riem.2016.09.011>
- Rodríguez, F. B., Castillo, J. L. L., & Gutiérrez, M. A. F. (2016). Percepción y valoración del alumnado sobre las propuestas blearning en grados de ingenierías industriales y de telecomunicación. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (34), 1–16.

- Ruiz Ibañez, C., Zuluaga de Cadena, A., & Trujillo Zea, A. (2007). *Telemedicina: introducción, aplicación y principios de desarrollo*. Recuperado a partir de <http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/handle/10946/2911>
- Soler, Y., Antúnez, G., Ramírez, W., & Rodríguez, Y. (2012). Curso de Infotecnología y Redacción Científica: El B-learning para profesionales de las Ciencias Agropecuarias (Infotechnology. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(11). Recuperado a partir de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111112/111208.pdf>

Capítulo 10

Experiencia en e-learning de primeros auxilios para la comunidad, Cuenca-Ecuador 2016

SERRANO BÉJAR LEONARDO ALFREDO³
lasb91@gmail.com

SACOTO AGUILAR HERNÁN PATRICIO^{1,3}
hsacoto@uazuay.edu.ec

SALAMEA MOLINA JUAN CARLOS^{1,3}
jsalamea@uazuay.edu.ec

MONJE ORTEGA DIANA²
dmonje@ups.edu.ec

QUISI PERALTA DIEGO^{2,3}
dquisi@ups.edu.ec

ROBLES BYKBAEV VLADIMIR^{2,3}
vrobles@ups.edu.ec

¹ Universidad del Azuay

² GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

A través de los años, el avance de la tecnología ha permitido que evolucione nuevas formas de adquirir conocimiento, investigar y analizar más a fondo las posibilidades que permitan desarrollar la educación. Considerando la importancia de la atención prehospitalaria y la falta de instrucción de este tema a la población, existe una falta de programas de educación. *Metodología:* se realizó un estudio cuasi experimental, con bibliografía actualizada se creó un curso MOOC en la plataforma EdX mediante el uso de videos, lecturas complementarias y foros, se enseñó a la comunidad sobre prime-

ros auxilios. Para conocer si se aumentó el conocimiento se utilizó una evaluación de conocimientos previa y posterior a la intervención, además se aplicó una encuesta de satisfacción al finalizarlo. *Resultados:* en total se inscribieron 544 personas entre 14 y 69 años y de todos nivel de educación; de los cuales más de la mitad rinden la prueba final completando el curso, y el 45,04% (n= 245) aprueba el curso con más del 70% de la calificación. El promedio de calificaciones de las 210 personas que rindieron la prueba de conocimientos previos fue de $66,47 \pm 15,94$ puntos; y obtuvieron un puntaje en la prueba final de $88,89 \pm 9,08$ puntos, con una diferencia estadísticamente significativa ($p= 1,457E-49$). En la encuesta de satisfacción el 69,17% (n=92) de los encuestados estuvieron de acuerdo con los contenidos y el método aplicado, con pocas dificultades destacando el tiempo invertido en el curso. *Conclusiones:* Con los resultados obtenidos, pese a la poca publicidad que se hizo se tuvo una buena acogida del curso, tras el análisis de los promedios de las notas obtenidas en el test de conocimientos previos y prueba final se obtiene una diferencia significativa. En la parte de las encuestas la mayor cantidad de gente estuvo de acuerdo con los temas y la didáctica, por lo que este puede ser el inicio de varios cursos de este tipo para llegar a la comunidad masivamente y mejorar la atención prehospitalaria.

Palabras clave: E-learning, primeros auxilios, educación a distancia, educación en salud.

10.1 Introducción

A través de los años, el avance de la tecnología ha permitido que evolucione nuevas formas de adquirir conocimiento, investigar y analizar más a fondo las posibilidades que permitan desarrollar la educación y poner a disposición del estudiante una gran cantidad de contenidos digitales, que los mismos puedan ser accedidos en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Considerando la importancia de la atención prehospitalaria y la falta de instrucción de este tema a la población, existe una falta de programas de formación; una manera de llegar masivamente a la comunidad es la educación a distancia o e-learning, definido como un tipo de enseñanza con uso de la tecnología de una manera libre, interactiva y flexible sin que exista la presencia de un tutor en el mismo lugar geográfico, sin embargo puede haber contacto a través de internet (Masic, 2008) (Baelo Álvarez, 2009), que puede ser completado con clases prácticas lo cual se llama b-learning (Bersin, 2004).

Existen varias ventajas en este modelo de enseñanza como el bajo costo, acceso a la información las veinte y cuatro horas, que el estudiante pueda aprender a su ritmo, aprender a trabajar individualmente;

sin embargo se considera que una de las más grandes desventajas es la falta de contacto con el profesor y crear una relación estudiante profesor (Masic, 2008).

Es por ello que la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA), Universidad del Azuay (UDA), Universidad Politécnica Salesiana (UPS) crean un curso masivo en línea (MOOC) mediante la plataforma EdX, llamado “E-capacitación en primeros auxilios y reanimación cardio-pulmonar” que tiene como meta llegar a la comunidad para instruir sobre lo que se debe y no realizar ante las principales emergencias y urgencias.

10.1.1 Plataforma Open EdX

EdX es una de las plataformas que ofrece la creación de cursos masivos en línea (MOOC), que se diferencia de otras plataformas por ser una organización sin fines de lucro y Open Source software. Los cursos pueden contener diversidad de contenidos textuales y multimedia, foros, evaluaciones e incluso un libro de texto en línea. Además, EdX tras finalizar el curso proporciona certificados, que pueden ser elegibles para créditos (Maldonado *et al.*, 2017; Pererira, Sanz-Santamaría, & Gutiérrez, 2015).

Adicional, EdX permite incorporar estilos CSS al curso creado, es decir, permite adaptar todo el contenido a un solo formato de letra, títulos, colores, tipo de tablas, entre otros para tener una mejor apariencia e igualdad en el contenido que brinda el curso MOOC (Maldonado *et al.*, 2017; Pererira, Sanz-Santamaría, & Gutiérrez, 2015).

En este texto se describirá las experiencias y resultados obtenidos durante la primera edición del curso desarrollado en el 2016.

10.2 Estado del Arte

Tras una búsqueda en bases de datos en internet, en términos generales existe mucha información sobre educación a distancia y sus beneficios como explica Baelo Álvarez, 2009; sin embargo aplicado a la medicina existen limitados estudios, los cuales indican que son útiles para con-

tinuar la educación de los profesionales, para actualizar conocimientos y específicamente en nuestro caso para educar a la comunidad de manera masiva (Ponirou *et al.*, 2014; Ruiz, Mintzer, & Leipzig, 2006; Masic, 2008).

La mayoría de universidades y países utiliza este tipo de enseñanza ya sea gratuito o pagado para continuar con cursos de actualización en varias áreas de la salud para ello han creado varios Sistemas de Gestión de Aprendizaje o plataformas web (Castro *et al.*, n.d.).

Pese a sus ventajas como se expuso previamente (Baelo Álvarez, 2009), consideramos que probablemente en nuestro caso hay temáticas que necesitan de la parte práctica supervisada por un profesional, sin embargo no hay estudios sobre esto por ejemplo, abrir la vía aérea o transporte de heridos.

Específicamente en primeros auxilios solo Ponirou *et al.* ha descrito un programa de educación a distancia para la comunidad en Grecia, con resultados estadísticamente significativos⁴.

No existen datos a nivel mundial o nacional sobre la cantidad de personas instruidas en primeros auxilios o los conocimientos que tienen, sin embargo existe una revisión sistemática sobre la utilidad del adiestramiento de primeros auxilios concluyendo que al menos en corto plazo tiene un efecto positivo, pero enfatizan en la falta de estudios de buena calidad y de seguimiento a largo plazo por lo que no realizan recomendaciones (Strømme, 2015).

Existen guías con evidencia científica para primeros auxilios siendo la principal de la Cruz Roja Internacional, la cual es actualizada cada 5 años (Singletary *et al.*, 2015), además otras organizaciones tienen sus guías y protocolos de manejo (Pek, 2017; Zideman *et al.*, 2015).

En nuestro país la institución más importante es la Cruz Roja Ecuatoriana, quienes tienen guías basadas en las internacionales y dic-

4 El estudio utilizó el diseño de cuatro grupos de Solomon, la estadística demostró una diferencia significativa en el aprendizaje, tomando en cuenta que no intervinieron variables independientes.

tan cursos presenciales (Cruz Roja Ecuatoriana, 2013), además de instituciones privadas con fines de lucro.

10.3 Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuasi experimental.

Mediante la plataforma EdX, CEDIA en conjunto con UDA y UPS realizó un curso para capacitar sobre primeros auxilios a la comunidad, para ello se escribió material bibliográfico con la última evidencia dirigido a personas sin conocimientos en el área de la salud, posterior a ello con ayuda de los integrantes de la Liga Académica de Trauma y Emergencias Zona 6 (LATE) se graba videos sobre cada capítulo, además se realiza un banco de preguntas de todos los módulos.

Se segmentó en 12 módulos (Fig. 1 muestra la conformación del curso) y cada uno de ellos presentó la siguiente estructura:

- Video introductorio,
- Contenido del módulo,
- Bibliografía,
- Material descargable.

Durante el desarrollo del curso se habilitó un correo electrónico y foros en la plataforma EdX, donde los participantes podían preguntar sus dudas directamente a los tutores del curso.

Mediante una evaluación previa y posterior a la capacitación se comprobó si hubo aprendizaje utilizando estadística descriptiva y la prueba T de Student. También se pidió que voluntariamente los participantes llenen una encuesta con lo cual se pudo medir sus opiniones acerca del curso.

Tras un lanzamiento público la plataforma estuvo disponible durante tres meses, todos los capítulos fueron de acceso libre mientras duraba el curso, a las personas que obtuvieron más de 70% del puntaje total en la evaluación final, se les entregó un certificado de aprobación con aval universitario.

10.3.1 Objetos de Aprendizaje (OA)

Para el diseño, construcción y generación de los objetos de aprendizaje se ha seguido una metodología de 5 fases propuesta por Maldonado, Bermeo, & Carvalho, 2016 que son:

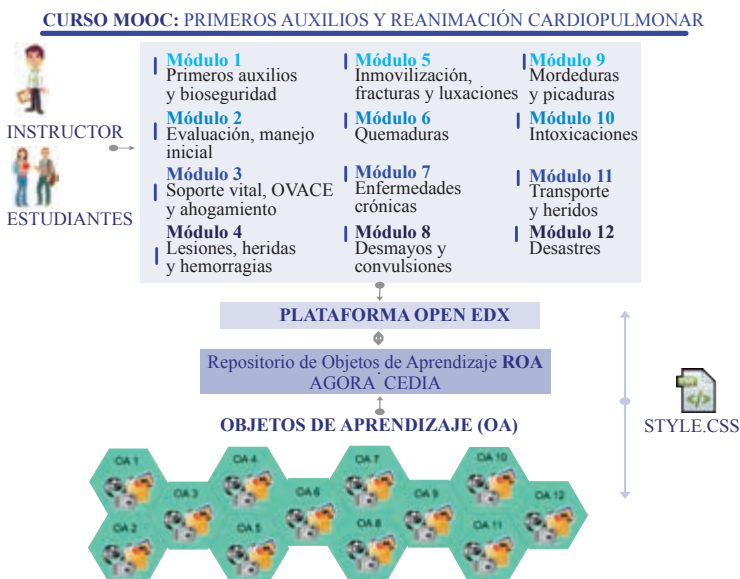
Fase de análisis. Se procede al levantamiento de la información acerca de la necesidad del OA y los destinatarios del mismo.

Fase de planificación. Se trabaja aspectos sobre el diseño instruccional y el diseño multimedia; en donde se trata de definir los contenidos, actividades y autoevaluación, es decir, la estructura interna del OA; así también se aborda el diseño de la interfaz, estructura de pantallas y navegación.

Fase de desarrollo. Se procede al armado de la estructura general del OA con ayuda de herramientas informáticas en este caso se hace uso de Exe learning.

Figura 10.1

Diagrama de interacción y estructura entre la plataforma Open EdX y el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA)



Fase de uso. En esta fase se empaqueta el OA bajo el estándar SCORM, que es un estándar que permite que el OA sea accesible en cualquier Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA). Una vez empaquetado se procede a cargar los objetos de aprendizaje al Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) AGORA perteneciente a la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia-CEDIA.

Fase de evaluación. Esta fase queda bajo supervisión de los expertos o evaluador conoedor de la temática designado por CEDIA para que proceda a revisar los respectivos objetos de aprendizaje creados para el curso. (Figura 10.1 Muestra la interacción de los OA con el repositorio y a su vez con la plataforma EdX).

10.4 Resultados

En total se inscribieron 544 personas, de los cuales más de la mitad rinden la prueba final completando el curso, y el 45,04% aprueba con más del 70% de la calificación.

Tabla 10.1

Distribución de 544 participantes del curso e-capacitación en primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar según pruebas de conocimientos previos y finales. Cuenca-Ecuador. 2016

VARIABLE	NÚMERO DE PERSONAS	PORCENTAJE
Realizan el test de conocimientos previos	324	59,56%
Rinden la prueba final	273	50,18%
Aprueban el curso con más del 70%	245	45,04%

La edad promedio de los 544 participantes inscritos fue 24,54 años \pm 11,57 con edad mínima de 14 años y máxima de 69 años. La mayoría de los participantes fueron mujeres y con educación secundaria.

Destaca con el perfil de los participantes inscritos que se llegó a grupos de edad entre 14 a 69 años, concluyendo el curso y aprobando de todas las edades, la mayor cantidad fue entre 15 y 16 años (95 participantes).

En el nivel de instrucción, los participantes que concluyeron y aprobaron el curso fueron en su mayoría de educación secundaria (84

participantes), seguidos por los técnicos profesionales (43 participantes), sin embargo destaca que hay personas con educación primaria (8 participantes), no formal (3 participantes) o secundaria incompleta o educación media (20 participantes) que igual concluyeron el curso.

Tabla 10.2

Distribución de 544 participantes del curso e-capacitación en primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar según variables de estudio. Cuenca-Ecuador. 2016

VARIABLE	RESULTADOS	
	± DS	n (%)
Edad en años *	24,54 ±11,57	
Sexo		
Femenino		369 (67,83%)
Masculino		175 (32,17%)
Educación^α		
Secundaria		212 (38,97%)
Técnico profesional		79 (14,52%)
Magister		61 (11,21%)
Formación media		42 (7,72%)
Licenciatura		42 (7,72%)
Otro		26 (4,78%)
Primaria		16 (2,94%)
Educación no formal		10 (1,84%)

* 3 participantes no colocaron su edad

^α 56 participantes (10,29%) no colocaron sus datos

El promedio de calificaciones de participantes que aprobaron el curso que fueron 210 personas en la prueba de conocimientos previos obtuvieron 66,47 puntos ± 15,94 puntos; y las mismas 210 personas obtuvieron un puntaje en la prueba final de 88,89 puntos ± 9,08. Como se puede observar existe una diferencia estadísticamente significativa ($p=1,457E-49$).

Tabla 10.3

Análisis de los promedios de la prueba de conocimientos previos y prueba final del curso e-capacitación en primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar según pruebas de conocimientos previos y finales. Cuenca-Ecuador. 2016

RESULTADOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS	PRUEBA FINAL
Media	66,4690476	88,8928571
Varianza	255,222722	82,8437286
Observaciones	210	210
Grados de libertad	209	
Estadístico t	-19,7098146	
P(T<=t) dos colas	1,457E -49	
Valor crítico de t (dos colas)	1,97137946	

Valor crítico esperado 1,97

Se solicitó a los participantes que realicen una encuesta de satisfacción, 133 participantes respondieron la encuesta y la mayoría estuvo de acuerdo con los contenidos, forma de realizar el curso y no necesitaron ayuda del servicio técnico. Además la mayoría de personas realizaron el curso en su casa y no utilizaron dispositivos móviles.

Tabla 10.4

Distribución de 133 participantes según están de acuerdo que los temas han sido relevantes, Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLE	PERSONAS	PORCENTAJE
Completamente de acuerdo	92	69,17%
De acuerdo	35	26,32%
En desacuerdo	2	1,50%
Relativamente	4	3,01%
TOTAL GENERAL	133	100,00%

Tabla 10.5

Distribución de 133 participantes según la pregunta ¿Las lecturas y videos fueron adecuados y fáciles de entender?, Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLE	PERSONAS	PORCENTAJE
Completamente de acuerdo	70	52,63%
De acuerdo	49	36,84%
Relativamente	13	9,77%
En desacuerdo	1	0,75%
TOTAL GENERAL	133	100,00%

Tabla 10.6

Distribución de 148 respuestas según la pregunta
¿Cuáles han sido sus mayores dificultades para cumplir con las exigencias
del curso?, Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLE	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Horas de dedicación al curso/tiempos	76	51,35%
Ninguno	40	27,03%
Pobre acceso a internet	17	11,49%
Uso y complejidad de la plataforma virtual	14	9,46%
Correo y notificaciones	1	0,68%
TOTAL	148	100,00%

Tabla 10.7

Distribución de 193 respuestas según la pregunta
¿Cuáles han sido sus mayores ventajas/facilidades?, Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLE	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Autonomía y libertad de horarios	101	52,33%
Acceso a diversidad de fuentes de información	56	29,02%
Intercambio de conocimientos con otros participantes	32	16,58%
Ninguno	3	1,55%
Conceptos claros y bien orientados al tema	1	0,52%
TOTAL	193	100,00%

Tabla 10.8

Distribución de 133 respuestas según la pregunta: en caso de haber requerido
ayuda por parte del equipo técnico, por favor indique si la ayuda le resultó
pertinente y eficaz, Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLES	PERSONAS	PORCENTAJE
No fue necesario solicitar ayuda	106	79,70%
De acuerdo	10	7,52%
Completamente de acuerdo	9	6,77%
Relativamente	4	3,01%
En desacuerdo	2	1,50%
Completamente en desacuerdo	2	1,50%
TOTAL GENERAL	133	100,00%

Tabla 10.9

Distribución de 133 personas según la pregunta:
¿Desde qué ámbito accedió en mayor medida al curso? Cuenca-Ecuador 2016

VARIABLES	PERSONAS	PORCENTAJE
Hogar	73	54,89%
Lugar de trabajo	39	29,32%
Lugar de estudio	15	11,28%
Espacios públicos	3	2,26%
Medio de transporte	2	1,50%
Café net	1	0,75%
TOTAL GENERAL	133	100,00%

Tabla 10.10

Distribución de 133 personas según la pregunta ¿Ha utilizado algún dispositivo móvil (como celular, tablet) para realizar el curso? Cuenca-Ecuador 2016

ETIQUETAS DE FILA	PERSONAS	PORCENTAJE
No	88	66,17%
Si	45	33,83%
TOTAL GENERAL	133	100,00%

10.5 Discusión

El e-learning se ha vuelto una herramienta educativa con gran acogida y buenos resultados en el área de la medicina (Masic, 2008; Ruiz *et al.*, 2006) (Aryal & Pereira, 2014; Masic, Pandza, Kulasin, Masic, & Valjevac, 2009), permitiendo llegar masivamente a educar con grandes ventajas como el menor costo, mayor accesibilidad, flexibilidad, entre otros.

En el caso específico de primeros auxilios, puede ser la puerta de entrada para que la comunidad se eduque, aprenda conceptos básicos y sobre todo como no hacer mayor daño, podría ser recomendable que se complemente con una parte práctica para maniobras que requieran supervisión, sin embargo no se ha encontrado estudios sobre este tema pero el autor de una revisión sobre e-learning recomienda que en ciertos puntos se debe complementar con una parte práctica (Masic, 2008), en nuestro caso por ejemplo como abrir la vía aérea.

Los resultados obtenidos son compatibles con un estudio realizado en Grecia donde hubo una mejoría estadísticamente significativa en el puntaje de las evaluaciones (Ponirou *et al.*, 2014) al igual que nuestro curso ($p = 1,457E-49$, menor al valor crítico 1,97).

Con el perfil de los participantes inscritos y de los que aprobaron el curso, se observa que se llegó a la mayoría de grupos de edad y con distintos niveles de educación, por lo que los contenidos y la metodología fueron adecuados y se puede llegar masivamente con este método a la mayoría de la población.

Con la encuesta se logra observar que hubo una buena acogida a los contenidos, que hubo autonomía y flexibilidad de los horarios por lo que pudieron revisar los contenidos a su ritmo, la mayoría de participantes estuvo en desacuerdo con el tiempo que tuvieron que usar para completar el curso considerándolo muy largo; con esto se puede realizar mejoras para próximas ediciones y puede ser el inicio de nuevos cursos dirigidos a otro tipo de público como niños, jóvenes, profesionales de salud.

Un punto que falta por investigar es el conocimiento que obtendrá el estudiante después de que pase un tiempo prudencial de la intervención, el cual no fue considerado en el presente estudio.

No se pudo obtener algunos datos deseables de los participantes como el tiempo invertido, si se descargaron el material de lectura, cuantas veces observaron los videos, entre otros, que podrían haber sido útiles para analizar el método por ejemplo identificar si tuvieron dificultad con algún tema específico.

En un futuro se plantea realizar nuevas ediciones del curso con mejoras en la obtención de los datos que consideramos faltantes, mayor publicidad, revisión y actualización de contenidos si es necesario. Para que el proyecto tenga sostenibilidad a largo plazo se sugiere incluir un costo que deba ser bajo y accesible para las próximas ediciones.

10.6 Conclusiones

Con los resultados obtenidos, pese a la poca publicidad que se hizo se tuvo una buena acogida del curso por todos los grupos de edad

y nivel de instrucción; finalizando y aprobando el 45,04% las personas inscritas. Tras el análisis de los promedios de las notas obtenidas en el test de conocimientos previos y prueba final se obtiene una diferencia significativa ($p = 1,457E-49$). En la parte de las encuestas la mayor cantidad de gente estuvo de acuerdo con los temas y la didáctica, destacando la autonomía y libertad de horarios, por lo que consideramos que este puede ser el inicio de varios cursos de este tipo para llegar a la comunidad masivamente, mejorar la atención prehospitalaria sobre todo en primeros auxilios básicos por lo que se plantea realizar nuevas ediciones de curso mejorando la recolección de datos, con mayor publicidad y un plan de sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

10.7 Referencias

- Aryal, K. R., & Pereira, J. (2014). E learning in surgery. *The Indian Journal of Surgery*, 76(6), 487–93. <https://doi.org/10.1007/s12262-014-1092-8>
- Baelo Alvarez, R. (2009). El E-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (35), 87-96. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36812381007>
- Bersin, J. (2004). *The Blended Learning Book: Best Practices, Proven Methodologies, and Lesson Learned*. Pfeiffer. Retrieved from www.pfeiffer.com
- Castro, S. M., Clarenc, C. A., López De Lenz, C., Moreno, M. E., Beatriz, N., Edición, T., ... Formato, C. (n.d.). *Analizamos 19 plataformas de E-learning Investigación colaborativa sobre LMS*. Retrieved from <http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>
- CruzRojaEcuatoriana. (2013). *Primeros Auxilios*. Retrieved August 21, 2017, from <http://www.cruzroja.org.ec/index.php/featured-video/83-primeros-auxilios>
- Maldonado, J. J., Bermeo, J. L., & Carvallo, J. P. (2016). Learning objects: Strategies for its generation and publication in ecuadorian universities. In *XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LACLO.2016.7751755>
- Maldonado, J. J., Palta, R., Vazquez, J., Bermeo, J. L., Perez-Sanagustin, M., & Munoz-Gama, J. (2017). Exploring differences in how learners navigate in MOOCs based on self-regulated learning and learning styles: A process mining approach. In *Proceedings of the 2016 42nd Latin*

- American Computing Conference, CLEI 2016* (pp. 1-12). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2016.7833356>
- Masic, I. (2008). E-learning as new method of medical education. *Acta Informatica Medica : AIM : Journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia & Herzegovina : Casopis Drustva Za Medicinsku Informatiku BiH*, 16(2), 102–117. <https://doi.org/10.5455/aim.2008.16.102-117>
- Masic, I., Pandza, H., Kulasin, I., Masic, Z., & Valjevac, S. (2009). Tele-education as method of medical education. *Medicinski Arhiv*, 63(6), 350-3. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20380118>
- Pererira, J., Sanz-Santamaría, S., & Gutiérrez, J. (2015). Revista de educación a distancia. *Revista de Educación a Distancia*, 0(44). Retrieved from <http://revistas.um.es/red/article/view/237981/181211>
- Pek, J. (2017). *Guidelines for Bystander First Aid 2016*. *Singapore Medical Journal*, 58(7), 411-417. <https://doi.org/10.11622/smedj.2017062>
- Ponirou, P., Diomidous, M., Mantas, J., Kalokairinou, A., Kalouri, O., Kapadochos, T., & Tzavara, C. (2014). Evaluating a health educational First Aid program with the implementation of synchronous distance learning. *Studies in Health Technology and Informatics*, 202, 56-59. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-423-7-56>
- Ruiz, J. G., Mintzer, M. J., & Leipzig, R. M. (2006). The impact of E-learning in medical education. *Academic Medicine : Journal of the Association of American Medical Colleges*, 81(3), 207-12. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16501260>
- Singletary, E. M., Zideman, D. A., De Buck, E. D. J., Chang, W.-T., Jensen, J. L., Swain, J. M., ... Yang, H. J. (2015). *Part 9: First Aid*. *Circulation*, 132(16 suppl 1). Retrieved from http://circ.ahajournals.org/content/132/16_suppl_1/S269.long
- Strømme, H. (2015). *Førstehjelpsopplæring kan gi bedre førstehjelpsferdigheter*. Retrieved from https://www.fhi.no/globalassets/kss/filer/filer/publikasjoner/rapporter/20152/rapport_2015_29_forstehjelpsopplaring.pdf
- Zideman, D. A., De Buck, E. D. J., Singletary, E. M., Cassan, P., Chalkias, A. F., Evans, T. R., ... Vandekerckhove, P. G. (2015). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 9. First aid. *Resuscitation*, 95, 278-287. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.031>

Capítulo 11

Evaluación de la aplicación de Objetos de Aprendizaje desde un repositorio virtual en la asignatura de Neurología de la Universidad Nacional de Chimborazo

BARBA MARÍA ANGÉLICA^{1, 3}
mbarba@unach.edu.ec

DE LA CALLE LUCILA^{1, 3}
ldelacalle@unach.edu.ec

GUALPA GUILLERMO^{1, 3}
ggualpa@unach.edu.ec

FERNÁNDEZ EDUARDO^{2, 3}
cyssaedu@hotmail.com

¹ Universidad Nacional de Chimborazo

² Universidad Regional Autónoma de los Andes

³ Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

La aplicación de un método de estudio que involucre al estudiante en el uso de los objetos de aprendizaje (OA) en la educación superior, constituye un recurso didáctico fundamental que desarrolle la autonomía del estudiante, y la optimización de las herramientas informáticas. El objetivo fue evaluar la aplicación con el uso de los OA y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), a través de la valoración del grado de satisfacción de los estudiantes, durante un proceso académico en la asignatura de Neurología, impartida en el octavo nivel de la carrera de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo, los OA se encuentran alojados en un repositorio digital y que fueron desarrollados para el aprendizaje de la Neurología en procesos que involucra

traumatismo del Sistema Nervioso Central (SNC). Se complementó con el uso de las aulas virtuales, foros, evaluaciones escritas, análisis de artículos bibliográficos, etc. Al final del periodo académico, se solicitó a los estudiantes, llenar una encuesta estructurada que permitió determinar de qué manera los cambios originados por el uso de los OA y las TIC influye en estos procesos académicos. Existe evidencia de que la aplicación en el programa de estudio de los OA permite una mayor satisfacción con el proceso por parte de los estudiantes; alrededor del 90% de los estudiantes manifestaron su satisfacción y su alto grado de participación en el trabajo colaborativo para resolver casos clínicos y problemas de la asignatura. La aplicación de los OA conjuntamente con las TIC constituye un recurso de apoyo en el aprendizaje de las cátedras de difícil comprensión, y determinan un mayor grado de satisfacción tanto del docente como del estudiante.

Palabras clave: Objetos de Aprendizaje; TIC, telemedicina, aula virtual, aula invertida.

11.1 Introducción

La educación superior ha enfrentado diferentes exigencias a lo largo de la historia, asociadas a la evolución sociológica, científica, tecnológica y educativa. En el siglo XXI, dichos desafíos implican cambios educativos, cimentados en los principios de la excelencia, la calidad y la pertinencia; este reto es particularmente importante en el caso de la educación médica, ya que se debe sumar al proceso de aprendizaje, los procesos de servicios y de producción, logrando una formación integral (Salas, 2000).

La primera gran innovación en la educación surgió a partir de la invención de la imprenta a mediados del siglo XV (Díaz, 2005). La segunda revolución ocurre a la par del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que sucede desde las últimas décadas del siglo anterior, definiendo las nuevas tendencias educativas a nivel general. La introducción globalizada del internet y las computadoras ha incidido en el rol del docente universitario, quien debe inculcar en sus estudiantes el autoaprendizaje a través de las tecnologías educativas, mostrando las ventajas que esto genera en el mundo laboral y académico (Rosario, 2006).

Es innegable que el internet ha incrementado notoriamente la accesibilidad al conocimiento; asimismo, el uso de las tecnologías y la educación virtual conduce al empleo de nuevas estrategias docentes y reforma las destrezas para el aprendizaje estudiantil (Díaz, 2005).

Según el documento denominado “Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017, un Análisis Regional del Informe Horizon del NMC¹ y la UOC²” existen 10 tendencias de primer orden que afectan a la práctica de la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la gestión de la información, y que promueven la adopción de tecnologías en Iberoamérica durante el periodo de 2012 a 2017. Entre ellas constan las siguientes en lo referente a la educación: la necesidad de las personas de trabajar y aprender en los momentos que prefieran, la aplicación de una metodología de aprendizaje centrada en el estudiante, así como la combinación de la formación presencial y la asistida por tecnologías (Durrall Gazulla, Gros Salvat, Maina, Johnson & Adams, 2012).

A pesar de la incuestionable realidad de que las Tecnologías de la Información y Comunicación - TIC en la actualidad inciden en toda actividad humana y de manera muy significativa en la educación, su uso generalizado está condicionado por las metodologías implementadas y los estilos de aprendizaje. En un estudio realizado en 72 estudiantes de Obstetricia de la Facultad de Medicina, Universidad de Concepción, Chile, se determinó que solo el 4,2% señaló el uso de las TIC como la metodología de enseñanza más aceptada, frente al 30,6% que prefirieron la clase expositiva y el 45,8% que optaron por el uso de modelos (Villalobos, Guerrero, Pérez, Avendaño, & Ceballos, 2009). Los docentes poseen poca información sobre cómo diseñar estrategias educativas que incluyan el uso de las TIC (Carrillo, 2017).

En el estudio sobre “Objetos de aprendizaje para la enseñanza de Telemedicina” realizado por los investigadores en las Universidades: Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), Universidad Técnica de Ambato (UTA) y Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), luego de la aplicación de encuestas a un total de 800 participantes, entre docentes y estudiantes, se obtuvo los siguientes resultados:

- El nivel de conocimiento sobre los objetos de aprendizaje es bajo y muy bajo.

1 The New Media Consortium

2 Universitat Oberta de Catalunya

- La gran mayoría de los investigados manifiestan que los docentes rara vez utilizan objetos de aprendizaje.
- Un elevado porcentaje considera que sería muy importante disponer de un repositorio de objetos de aprendizaje relacionado con ciencias médicas.
- Se considera que la formación del profesional en ciencias de la salud debe estar fuertemente apoyada en la tecnología. (Fernández Villacrés, Arcos Naranjo, Barba Maggi, De la Calle Andrade, & Gualpa Jaramillo, 2016).

El presente estudio buscó evaluar el uso de los OA obtenidos de un repositorio digital y su aplicabilidad, correlacionados con el grado de satisfacción del estudiante con el uso de este recurso académico complementario.

11.2 Estado del Arte

Los medios virtuales y tecnologías disponibles para la educación médica y la educación superior en general, hacia el año 2017 son variados, entre ellos: computación en nube, aplicaciones móviles, tabletas, entornos adaptativos, cursos masivos abiertos en línea, realidad aumentada, entornos personales de aprendizaje, geolocalización, identidad digital, interfaces naturales, internet de los objetos (Informe IB e informe NMC Horizon 2012, citado en el análisis realizado por Durall Gazulla *et al.*, 2012).

Según Ruiz, Mintzer y Issenberg, (2008), en su artículo sobre Objetos de Aprendizaje en Educación Médica, los OA (Objetos de Aprendizaje) digitales son un conjunto de material educativo estructurado y almacenado electrónicamente, que responde a un objetivo de aprendizaje específico.

Sus ventajas en la educación médica son las siguientes:

- Hacen a la educación médica más eficiente y más rentable.
- Crean nuevas oportunidades de aprendizaje.
- Son la unidad básica de e-learning.
- Son reutilizables y pueden incorporar textos, gráficos, animaciones, audio y video para apoyar y mejorar el aprendizaje.

- Se utilizan individualmente o en grupos para enfrentar múltiples objetivos educativos.
- Se pueden combinar con OA no digitales.
- Se puede acceder a ellos en línea en cualquier lugar y momento.
- Permiten a los estudiantes adaptar su experiencia a su estilo de aprendizaje.
- Permiten medir fácilmente conocimientos, habilidades y actitudes en los alumnos.
- Proporcionan múltiples oportunidades de investigación.
- Se adaptan a educadores, alumnos y contextos diferentes” (Ruiz, Mintzer y Issenberg, *Rev Educ Cienc Salud* 2008; 5 (2), p. 123, 2008).

Con el desarrollo exponencial de la tecnología moderna el estudiante de la carrera de Medicina se ve inmerso obligatoriamente en la utilización de medios electrónicos, por lo que la aplicación de los OA virtuales, facilitan el acceso, en cualquier momento permitiendo obtener una combinación eficaz del contexto educativo y tecnológico con las TIC, mediante el teléfono, las tabletas, las PC portátiles, permiten acceder a la información y al conocimiento mediante autoestudio en forma inmediata y en cualquier área geográfica (Cuervo, 2011).

En el espacio Europeo se impulsa la integración del uso de las TIC en la educación superior, como apoyo y complemento de la enseñanza presencial con la aplicación de los OA en repositorios digitales de fácil acceso (Valencia, 2009).

El uso de las TIC con OA en la educación superior en nuestro país debe estar en armonía con una planificación alineada a las estrategias institucionales de acuerdo al modelo educativo, con la creación de modelos pedagógicos más flexibles tanto para docentes, como para estudiantes.

Los OA digitales han sido diseñados con base en la metodología DIREVOA, utilizando el software Exelearning, Una vez finalizada la investigación de campo se desarrolló los OA en las plantillas establecidas y se incluyeron en el Repositorio de CEDIA (Fernández Villacrés *et al.*, 2016).

Los Objetos de Aprendizaje (OA), en formato digital, constituyen recursos para la enseñanza-aprendizaje que se alojan en repositorios di-

giales, aulas virtuales, entre otros: “Los repositorios de OA, conforman una suerte de combinación entre una biblioteca digital y un buscador. Éstos permiten almacenar, buscar, recuperar, consultar y descargar OA de todas las áreas del conocimiento” Britos G. (cómo se citó en Villodre, S., & Llarena, M. G., 2011).

“Un repositorio se define como un depósito que almacena recursos educativos en formato electrónico y/o sus metadatos” Hilera (como se citó en Villodre, S., & Llarena, M. G., 2011).

Las aulas virtuales en la Universidad Nacional de Chimborazo, se encuentran alojadas en la plataforma Moodle, las cuales brindan un soporte en modalidad b-learning a las asignaturas que se dictan en una modalidad presencial, así como el apoyo para el desarrollo de la investigación. El docente utiliza diversos recursos para que los entornos virtuales de aprendizaje sean más atractivos, así se encuentra implementado para las carreras y en todas las áreas, a partir del proyecto en el que se diseñaron OA para Telemedicina y Manejo del Trauma, entre UNIANDES, UTA y UNACH, con el apoyo de CEDIA, conjuntamente con el repositorio digital de los mencionados objetos, y su inclusión en las aulas virtuales, en el presente caso en el área de Neurología, mirada como una de las más complejas, para el abordaje de sus contenidos en el campo teórico-práctico, dentro de la formación del médico general.

El uso de OA como recurso educativo en el aula, para soporte en la cátedra de Neurología, permite al estudiante comprender y aprehender la asignatura además de realizar un trabajo colaborativo grupal y de desarrollo individual de su conocimiento, complementa la teoría con la práctica y la investigación. Se integran conocimientos de Estadística y Epidemiología basados en un modelo de atención establecido para obtener resultados de calidad en su trabajo profesional futuro (Macedo, 2016).

Los OA en función de sus amplias posibilidades, conducen al logro de mejores aprendizajes, estimulando el estudio autogestivo y autocontrolado, dentro de ambientes colaborativos. De la misma manera, aportan positivamente al mejoramiento de habilidades y destrezas en el ámbito tecnológico por la amplia gama de recursos multimedia dis-

ponibles, contribuyendo a la actualización permanente de docentes y estudiantes (Nappa, N. R., & Pandiella, S. B., 2012).

Los OA son importantes para garantizar la calidad del proceso educativo en el aula, contienen la información de los sílabos con diversos recursos, deben ser capaces de captar la atención de los participantes, motivarlos a investigar, a profundizar en los contenidos o temáticas a tratar, a comparar diversas fuentes bibliográficas, a despertar permanentemente el interés de conocer algo nuevo (Tovar, G., & Isavic, C., 2014).

En un OA se reconocen dos dimensiones, la didáctica aquella que aborda los contenidos de la asignatura o tema a tratar y la tecnológica en su contenido semántico para facilitar la identificación con medios digitales.

Los componentes de un OA son:

- Elementos teóricos, que permiten contar con una base necesaria para el aprendizaje,
- Expresiones prácticas, para el reforzamiento del aprendizaje,
- Evaluación, que orienta hacia el logro del aprendizaje; y,
- Trabajo colaborativo, base del aprendizaje social (Villodre, S., & Llarena, M.G., 2011).

En el área de la aplicación de la medicina de los OA, no existe bibliografía ni documentación que sustente su uso, por lo que nuestro trabajo sería el pionero en la aplicación del método.

11.3 Materiales y métodos

El proceso de investigación, fue con un diseño metodológico, observacional directo transversal mediante la evaluación de la aplicación del uso de los OA del repositorio, durante un periodo de cinco semanas, a un grupo selecto de estudiantes de la asignatura de Neurología, en cuyo sílabo consta el traumatismo del Sistema Nervioso Central, tanto de encéfalo, como de médula espinal y nervios periféricos que mide el grado de integración y satisfacción para el aprendizaje con el uso de los OA. Para el abordaje del conocimiento accedieron al repositorio digital

de OA relacionados con el Trauma en Telemedicina. El proceso concluyó con la evaluación mediante una encuesta estructurada que midió el grado de aplicabilidad, el recurso, accesibilidad, grado de satisfacción y grado de participación estudiantil. No se excluyeron estudiantes, se trabajó con la totalidad de los matriculados en la rotación de Neurología.

Es pertinente mencionar que los OA que constan en los repositorios, se elaboraron bajo una metodología de desarrollo DICREVOA, con software Exelearning, para la asignatura de Neurología, en los temas relacionados con el trauma del Sistema Nervioso Central, las condiciones para su diseño fueron:

- **Diseño Instruccional** que contiene la descripción textual del contenido, el objetivo de aprendizaje, contenidos, actividades, autoevaluación.
- **Diseño Multimedial** que contiene el diseño de la interfaz, estructura de pantallas, navegación.
- **La estructura interna de los OA:** con el detalle de Inicio, Objetivos, Contenidos, Actividades, Evaluación y Bibliografía.
- **Y la Matriz de necesidades:** descripción, nivel, perfil del estudiantes, tiempo estimado para recorrer el OA, contexto educativo, tipo de licencia, y algunos requerimientos no funcionales.

11.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados, en relación con las variables utilizadas y enfocados en las características de la asignatura de Neurología con aplicación al Trauma del Sistema Nervioso Central. Las condiciones del ejercicio de la docencia, los conocimientos en el uso de los OA de los estudiantes del octavo nivel de Medicina de la UNACH y su evaluación mediante una lista de cotejo estructurada para los OA específicamente.

El análisis estadístico fue realizado utilizando una base de datos en Excel y la aplicación SPSS 23. El grado de fiabilidad fue medido con Alfa de Cronbach con un resultado de 0,84. Cuando se obtienen valores de alfa de Cronbach superiores a 0,7 o 0,8, es suficiente para garantizar

la fiabilidad de la escala. Así el valor de la presente investigación se registra sobre el límite superior.

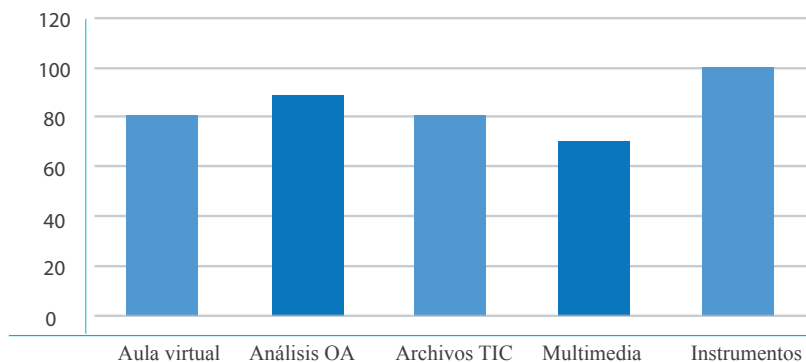
Tabla 11.1
Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	No. de elementos
0,840	0,789	49

1. Se consideró el tipo de agrupamiento para realizar las tareas asignadas. Para la realización de las tareas con el uso de los OA los estudiantes prefieren trabajar en forma grupal tanto en clase como fuera de ella, únicamente un estudiante prefería trabajar en forma individual en clase y fuera del aula. El siguiente parámetro sobre la forma en que los estudiantes les gusta la materia predomina la actividad reflexiva como la más importante en un 100% de los casos. Las técnicas de estudio relacionadas con la materia como análisis de casos, discusión, foros y exposiciones grupales con aula invertida fueron facilitadas con la aplicación de OA muy frecuentemente en el grupo, con un porcentaje de aceptación del 90% de los estudiantes.

2. En cuanto a uso de los recursos: TIC, aula virtual, e instrumentos (tabletas electrónicas, teléfonos celulares inteligentes y computadoras), su utilización fue muy frecuente, según consta en la Figura 11.1

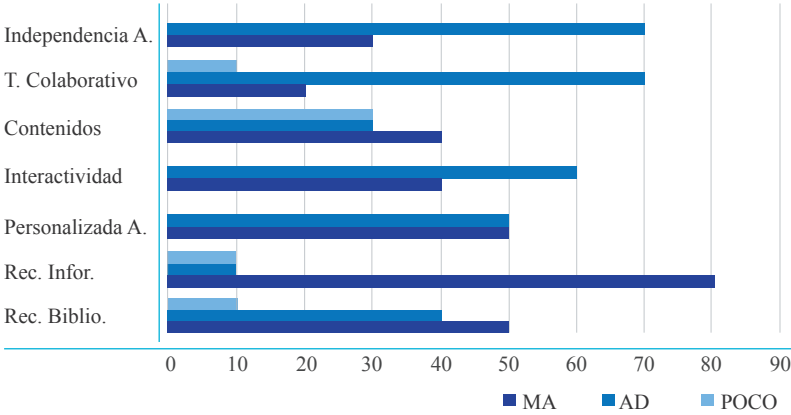
Figura 11.1
Recursos para estudio con OA y uso frecuente



3. Dentro de los métodos de evaluación del aprendizaje; considerando un proceso dinámico, muy participativo y no centrado en una sola nota que sea la que defina la aprobación de la asignatura, sino con base en la serie de recursos pedagógicos disponibles y evaluaciones permanentes, se utilizó la resolución de casos clínicos en el aula, lo que motiva a que el estudiante adquiera sólidos conocimientos, a fin de dilucidar temas que requieren comprensión y razonamiento. Se complementa el estudio con la presentación de un documento escrito con normas técnicas de publicación específicas; la frecuencia del uso de los exámenes tradicionales estaba considerada en 1%. Muy frecuentemente se usó la participación directa en el aula con una lista de cotejo y coevaluación entre compañeros en el 90% de las veces.

4. La valoración de las condiciones de docencia, en las que se desarrolló el curso para uso de los OA, en el cual se consideraron los sumandos de los Muy Adecuados (MA) y los Adecuados (AD) contrastan con los poco adecuados (POCO) como se detallan en la Figura 11.2.

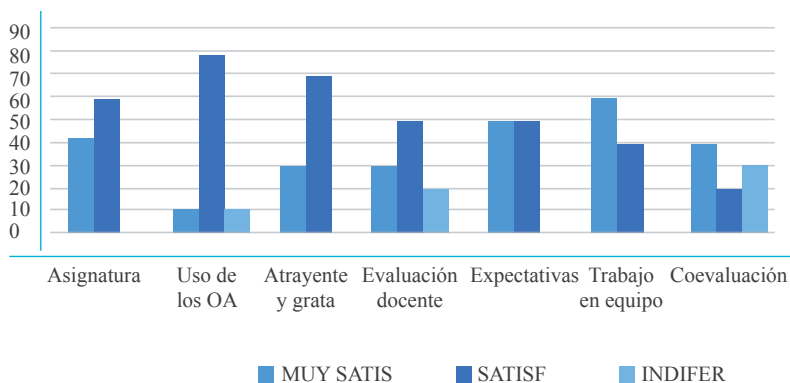
Figura 11.2
Condiciones de docencia



5. El grado de satisfacción con el uso de los OA en la asignatura de Neurología, demuestra ser alto expresando una actividad atrayente, grata y de trabajo colaborativo en el aula, no así la satisfacción con el

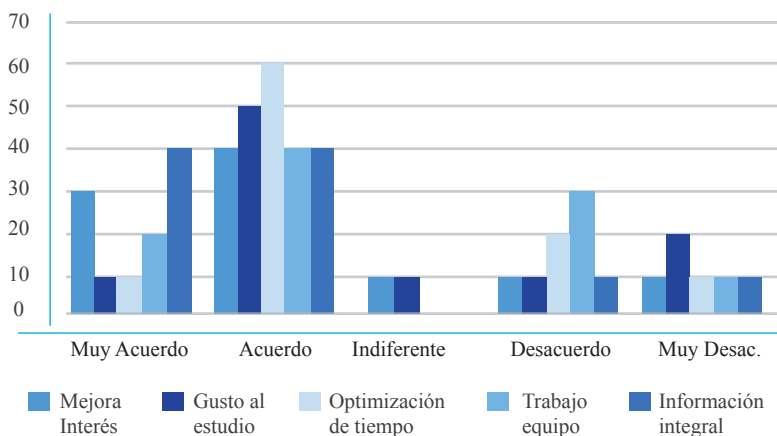
proceso de coevaluación de parte de los compañeros, que solamente un 60% siente satisfacción con este ítem, se detallan en la Figura 11.3.

Figura 11.3
Grado de satisfacción



6. Finalmente se evaluó, la influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje del uso de los OA en el programa de estudio obteniéndose los siguientes resultados en especial en la optimización del tiempo y el gusto por el estudio de la materia, se detallan en la Figura 11.4.

Figura 11.4
Influencia de la aplicación de OA



11.5 Discusión

El uso de técnicas de aprendizaje en la medicina es tan compleja, pues requiere un margen de razonamiento bastante amplio, comparado con un método tradicional la aplicación de OA y uso de las TIC permite el acercamiento del alumno al trabajo en grupo, o individual de aulas virtuales, archivos multimedia que le permiten interactuar con los compañeros y con el docente, tanto en forma autónoma como dirigida, que permite a su vez que el docente tenga mejores argumentos de evaluaciones que el examen escrito tradicional, promoviendo que el estudiante utilice la tecnología de la comunicación e información modernas (CLARO, 2010).

La participación estudiantil en el proceso de aprendizaje involucra su accionar directo en la transferencia del conocimiento, con el uso de la clase invertida o flipped classroom (modalidad de Blended Learning) la misma que es muy dinámica y potencialmente participativa, (Salinas, 2004) complementada con el uso de técnicas de resolución de problemas o resolución de casos clínicos, contribuyendo en forma significativa, el uso de los OA desde un repositorio que facilita al estudiante obtener información inmediata y de calidad para resolver un caso planteado, con la mejor evidencia posible en la red, lo que amplía el campo de búsqueda no solamente a un libro de referencia sino a artículos científicos, actualizados a través de buscadores bibliográficos especializados, siendo el OA una guía rápida de la búsqueda de información epidemiológica y complementaria asertiva, lo que permite integrar los conocimientos de estadística, epidemiología basados en un modelo de atención médica establecida para obtener resultados de calidad en su trabajo como futuro profesional (Macedo, 2016). Finalmente, como lo demuestra nuestro estudio la aplicación de los OA y el uso de las TIC permite crear un ambiente de colaboración entre estudiantes, determinando un alto grado de satisfacción.

No se encuentra en la bibliografía, procesos de aplicación de OA en la enseñanza de la medicina y más aún en una asignatura específica como Neurología, base fundamental del conocimiento en trauma del SNC.

11.6 Conclusiones

El uso de recursos educativos planificados y orientadores como son los OA estructurados con base en el contenido del sílabo, en el abordaje de la cátedra de Neurología aplicada al Trauma, permite que el estudiante acceda a información especializada en corto tiempo, tenga la capacidad de analizar contenidos e inclusive transformarlos a sus necesidades de aprendizaje, dejando un claro concepto de la importancia del recurso en su formación y en la adaptación moderna al uso de la TIC como recursos virtuales y científicos que le permiten tener un conocimiento más eficaz que solamente los recursos tradicionales.

Su valor radica en la accesibilidad de la información, limitada inquestionablemente por la disposición de internet o disponibilidad de equipos, Pc, Tablets teléfonos inteligentes, etc. por la disposición de los docentes para acceder en forma adecuada a la tecnología moderna y por incluso disponer de una área específica de trabajo, salas de reuniones para foros con capacidad multimedia, teleconferencias en tiempo real, otro de los inconvenientes detectados en nuestro estudio fue que el estudiante tenía dificultades para el manejo adecuado del OA, análisis y mejora del mismo, por lo que se plantea la necesidad de crear un algoritmo para el uso correcto del OA, este algoritmo se encuentra en proceso de desarrollo y evaluación por nuestro equipo de trabajo. Finalmente podríamos concluir que el uso de los medios virtuales y la TIC en la educación médica podría brindar muchas ventajas y mejores resultados de aprendizaje, con una sustancial mejora en el rendimiento académico y la adquisición de competencias específicas del futuro médico y en tal virtud, la aplicación de los Objetos de Aprendizaje desde un Repositorio Virtual en la Asignatura de Neurología de la UNACH, permitiría que se facilite y propicie un trabajo colaborativo, que contribuya a la evaluación integral del estudiante, y fortalezca el uso de los recursos digitales por parte de los docentes universitarios en forma concomitante en el presente estudio, se plantea la necesidad de poder determinar el grado de rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de medicina con la utilización ordenada y sistematizada de los OA del repositorio, que permitiría proyectar la eficacia de los mismos en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El presente estudio también demuestra la necesidad de fortalecer la capacitación, actualización y perfeccionamiento del docente universitario, para responder a las necesidades de la actual tecnología, lo que también se puede conseguir con el trabajo en redes académicas y de investigación, mediante el apoyo de las instituciones de educación superior y en la presente investigación de CEDIA (Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia), que desde hace muchos años atrás promueve el fortalecimiento de la investigación para el mejoramiento del aprendizaje, con soporte tecnológico.

11.7 Referencias

- Barba, M. (2007). Piaget y L. S. Vigotsky en el análisis de la relación entre educación y desarrollo. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).
- Carnoy, M. (2004). Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos. *Lección inaugural del curso académico 2004-2005 de la UOC*.
- Carrillo, L. (2017). Estrategias didácticas sistémicas con la aplicación de TICs educativas, en la formación docente de los estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Biología, Química y Laboratorio de la Universidad Nacional de Chimborazo, durante el 2015. En Colectivo de Autores. (UNACH), *Educación Contemporánea, Calidad Educativa y Buen Vivir. Experiencias en la Universidad Nacional de Chimborazo* (pp. 145-154). Riobamba, Ecuador: Unidad de Publicaciones y de la Propiedad Intelectual (UPPI) UNACH.
- Chávez, A. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Educación Revista de la Universidad de Costa Rica col 25 número 002*, 59-65.
- Claro, M. (2010). Impacto de las TICs en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte. *CEPAL - colección documentos de proyectos*.
- Cuervo, M. C. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. *Entramado Sistemas de Computación*, 7(1) (Enero - Junio).
- Díaz Barriga, A. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles educativos*, 27(108), 930. Recuperado en 17 de abril de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018526982005000100002&lng=es&tlng=es.
- Durall Gazulla, E., Gros Salvat, B., Maina, M. F., Johnson, L., & Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Recuperado de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/17021>.

- Fernández Villacrés, G.E., Arcos Naranjo, G.A., Barba Maggi, M.A., De la Calle Andrade, L.J., Gualpa Jaramillo, G.G. (2016). *Uniandes Episteme: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(3). Recuperado de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/409/226.0>.
- Macedo, L. M. (2016). Recursos educativos. *Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia*.
- Nappa, N. R., & Pandiella, S. B. (2012). Estudio y aplicación de objetos de aprendizaje a través del uso de recursos educativos abiertos. *Edu-tec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (39). Recuperado de <file:///D:/FABIAN/Downloads/373-1031-1-PB.pdf>
- Rosario, J. (2006). *TIC: Su uso como herramienta para el fortalecimiento y el desarrollo de la Educación Virtual*. Disponible en el Archivo del Observatorio para la CiberSociedad en <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=221>. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/dim/article/view/73616>.
- Ruiz, J., Mintzer, M., Issenberg, B. (2008). Objetos de aprendizaje en Educación Médica. *Rev Educ Cienc Salud*, 5 (2), 123-128. Recuperado de <http://www2.udel.cl/ofem/recs/anteriores/vol522008/artrev5208.htm>.
- Ruiz-Parra Ariel Iván, Angel-Müller Edith, Guevara Oscar. (2009). La simulación clínica y el aprendizaje virtual. *Tecnologías complementarias para la educación médica. rev.fac.med.* [Internet]. Jan [cited 2017 Apr 24]; 57(1):67-79. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112009000100009&lng=en.
- Salas Perea, R.S. (2000). La calidad en el desarrollo profesional: avances y desafíos. *Educación Médica Superior*, 14(2), 136147. Recuperado en 17 de abril de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086421412000000200003&lng=es&tlng=en.
- Salinas, J. (2004). Innovación Docente y el uso de las TICS en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y sociedad del conocimiento*, 1 N.- ISSN 1698- 58OX.
- Tovar, G., & Isavic, C. (2014). *Los objetos virtuales de Aprendizaje y su impacto en la calidad del proceso de enseñanza en la Educación Virtual*. Recuperado de <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1113/1/art08.pdf>
- Valencia, U. P. (2009 www.etsii.upv.es/docencia/documentos/presentacion_PACE.pdf recuperado 2017 abril). *Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración*. Valencia: Instituto de Ciencias de la educación, vicerrectorado de estudios y convergencia Europea.
- Villalobos-Alarcón, E., Guerrero-Faquéz, M., Pérez-Villegas, R., Avendaño-Veloso, A., Ceballos-Morales, A., Ortiz-Contreras, J., & Parra-Ponce, C. (2009). Estilos de aprendizaje y metodologías de enseñanza en estu-

diantes de obstetricia. *Educación Médica*, 12(1), 43-46. Recuperado el 25 de abril de 2017, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S157518132009000100007&lng=es&tlng=es.

Villodre, S., & Llarena, M. G. (2011). Objetos de aprendizaje: criterios de diseño y uso. In *VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18856/Documento_completo.pdf?sequence=1

Capítulo 12

Determinación de autoridades de tópicos de trauma en Twitter para estimular el aprendizaje de los estudiantes

BRAVO TORRES JACK^{1, 2}
jbravo@ups.edu.ec

CONTRERAS CHACÓN ROQUE D.²
roque334@gmail.com

LEÓN ULLAURI BENITO B.²
bbernardoleon@gmail.com

YÉPEZ ALULEMA JENNIFER A.^{1, 2}
jyeppez@ups.edu.ec

CUJI DUTÁN DIEGO A.^{1, 2}
dcuji@ups.edu.ec

¹ Grupo de Investigación en Telemática y Telecomunicaciones-Universidad Politécnica Salesiana

² Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud-CEDIA

Resumen

El creciente interés por las redes sociales en línea abre nuevas formas para estimular la interacción entre estudiantes, profesores u expertos. Twitter se ha convertido en una de las redes sociales más usadas. En este trabajo se desarrolla un sistema recomendador que identifica autoridades en tópicos de trauma y los recomienda a los estudiantes para que puedan ser seguidos. Los resultados de nuestras pruebas muestran la factibilidad de la determinación de estas autoridades de tópicos.

Palabras clave: Autoridades, Trauma, Twitter, Redes Sociales.

12.1 Introducción

Las Plataformas Sociales (PS), consideradas como un conjunto de aplicaciones o tecnologías basadas en Internet, permiten la generación e intercambio de contenidos, relaciones e información entre sus usuarios (Krishnan & Rogers, 2014). En función de los fines particulares e interacciones de sus miembros, pueden conformar diferentes clases: *Collaborative blogs*, *Microblogs*, *Sharing Networks* y *Social Networks*. No obstante, a pesar de esta diversidad, se estructuran en función de los siguientes principios básicos (“Social media”, s/f):

- **Participación.** Los usuarios generan y consumen contenido, actuando como autores y audiencia al mismo tiempo.
- **Interacción.** Los usuarios contribuyen y realimentan los contenidos existentes a través de su calificación, discusión y distribución.
- **Conectividad.** Los usuarios generan relaciones entre ellos, formando comunidades explícitas o implícitas. Además, se establecen relaciones con sitios o recursos.

Algunas de las plataformas sociales más conocidas en la actualidad son Facebook, Twitter y YouTube. Su uso está causando gran interés en la industria y en la comunidad científica, debido a los grandes volúmenes de contenido e información producidos por sus usuarios (“How Much Data Is Generated Every Minute On Social Media?”, 2015). Estos datos son aplicados actualmente en un sinnúmero de actividades. Por ejemplo, comentarios de clientes sobre productos son empleados para mejorar los procesos de marketing de las empresas (Boon-Long & Wongsurawat, 2015; Sulistya, Sharma, & Lo, 2016); el análisis de las opiniones emitidas por expertos financieros son aplicados a la toma de decisiones de inversión en el mercado de acciones (Jiang, Liang, Chen, & Ding, 2014; Liao, Shah, & Makrehchi, 2014), la identificación de tópicos y tendencias de una comunidad en las redes sociales es usada para soportar el reconocimiento de epidemias de salud en un lugar específico (Stilo, Velardi, Tozzi, & Gesualdo, 2014; Zhang, Luo, Li, Wang, & Zhao, 2014).

De igual forma, el campo de la educación no ha sido ajeno a la influencia de las plataformas sociales. Las oportunidades de interacción entre estudiantes, entre profesores/investigadores, y entre profesores y

estudiantes, están impulsando la conformación de redes de aprendizaje que estimulan la eficiencia de los procesos de enseñanza-aprendizaje [6]. En este trabajo, buscamos aprovechar esta realidad para determinar perfiles de expertos y la calidad del contenido de los tweets posteados por ellos, con la finalidad de generar recomendaciones a los estudiantes acerca de esos temas. De esta forma, se estimula su curiosidad y la conformación de nuevas redes colaborativas.

En lo que sigue de este artículo, en la Sección 2 revisamos algunos de los trabajos más significativos del uso de las plataformas sociales orientadas a la educación. En la Sección 3 se detalla los conceptos relacionados a la homofilia en las plataformas sociales (PSs), haciendo énfasis en la plataforma Twitter, dado que nuestro análisis se centra en ella. En las Secciones 4 y 5 se describen la arquitectura del sistema propuesto y los resultados de las pruebas desarrolladas, respectivamente. Finalmente, en la Sección 6 presentamos las principales conclusiones.

12.2 Uso de las plataformas sociales en los procesos educativos

El desarrollo de las plataformas sociales (PSs) está impactado significativamente los procesos educativos, lo que implica el considerar varios aspectos de importancia (Manca & Ranieri, 2017):

- **La relación profesor-estudiante al interior de las plataformas sociales:** Hay varios beneficios en el uso de las PSs como un complemento académico: permiten el acceso a material educativo, la interacción con otros estudiantes, y la planificación y ejecución de diversas actividades. Sin embargo, las relaciones estudiante-profesor en estos espacios virtuales no son del todo satisfactorias, debido principalmente a motivos de privacidad. Por tanto, se debe repensar esta relación en función de las nuevas características de los entornos digitales y las relaciones sociales que se producen.
- **La evolución de los procesos de enseñanza-aprendizaje:** La evolución digital de los entornos sociales y, su amplia aceptación y difusión entre los estudiantes, genera la necesidad del desarrollo de competencias digitales en los docentes. Por ello, se aprovechan estos ambientes para estimular un aprendizaje más social, abierto

y colaborativo. Este aprendizaje indirecto, mediado a través de las plataformas sociales, es una herramienta útil para brindar o compartir nuevos conocimientos u opiniones entre estudiantes, profesionales, expertos y académicos de diversas áreas (Gao, Luo, & Zhang, 2012; Peters, Uible, & Chisolm, 2015). Identificar usuarios miembros de una PS y considerarlos como autoridades en un tópico determinado, puede enriquecer y estimular los procesos educativos de los integrantes de esa comunidad.

12.2.1 La identificación de expertos o autoridades en tópicos para el apoyo de la educación

Conocido como *Topical-Expert Finding* o *Topical-Authority Finding*, la identificación de expertos o autoridades en un tópico particular ayuda a localizar personas con conocimientos consolidados (experto) o un alto grado de influencia (autoridad) en diferentes temáticas. Para encontrar a un experto o autoridad, se analiza sus contenidos generados en PSs, siendo las de mayor uso las *Community Question Answering* (Yahoo! Answers, Live QnA, entre otras) y los *Microblogs*. Sin embargo, existen recursos conocidos como *Academic Repositories*, que, aunque no son un tipo de PS, se basan en la confiabilidad profesional de diferentes autores. Es importante destacar que no todas las PS son ideales para realizar la tarea de identificación, ya que la naturaleza de los contenidos y sus características influyen en gran medida.

a) Academic Repositories

Los *Academic Repositories* son librerías en donde se recopilan publicaciones académicas de diversas categorías. No pueden ser vistas como un tipo de PS, ya que sus usuarios no generan los contenidos, solo pueden consultarlos. Varios autores están trabajando sobre la localización de expertos o autoridades en estas plataformas.

(Wu, Pei, & Yu, 2009) recolectaron artículos científicos del repositorio CiteSeer¹, específicamente la sección de ACM (Computing Clas-

1 <http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/Misc/CiteSeer/>

sification System). Obtuvieron un conjunto de 161 000 documentos, los cuales fueron procesados mediante el algoritmo Latent Dirichlet Allocation² (LDA), para encontrar una distribución de tópicos y una distribución de palabras sobre los tópicos. Adicionalmente, etiquetaron manualmente 100 tópicos implícitos en la colección de datos, para calcular el grado de similitud entre la búsqueda realizada con cada una de las distribuciones de palabras de los tópicos. Recopilaron URIs³ de los autores relacionados al tópico de mayor similitud. Finalmente, calcularon el grado de importancia de los autores, usando un algoritmo de co-ranking, el cual toma en consideración los tipos de enlaces y nodos de un grafo social de autores y académico de publicaciones. Los resultados de la investigación demuestran que el método descrito tiene una precisión de 90% y 80% para encontrar los cinco mejores tópicos que se relacionan a autores con más de 50 de publicaciones (profile authors) y con menos de 5 publicaciones (ordinary authors).

Por otro lado, (Daud & Muhammad, 2012) buscaron expertos, en bases de datos académicas, a través de conferencias que fueron consideradas como súper-documentos. Los autores argumentan que un experto no mantiene esta condición durante toda su vida, por lo que redefinen las búsquedas de expertos o autoridades a Temporal Expert Finding. Se busca responder la pregunta: ¿Quiénes son los expertos en el tópico Z para el año Y? Inicialmente, recolectaron 90 124 artículos científicos de 261 conferencias almacenadas en el repositorio académico DBLP⁴. Generaron súper-documentos y aplicaron el algoritmo LDA para determinar la distribución de palabras sobre los tópicos y la distribución de tópicos sobre las conferencias. Después de esto, ejecutaron otro algoritmo LDA modificado para calcular la probabilidad de encontrar una palabra w en el año y , dado el autor r y la conferencia c . Los resultados obtenidos revelan que se consiguió identificar expertos temporales por

2 Algoritmo que desarrolla un modelo generativo, en el cual conjuntos de observaciones puedan ser explicados por grupos no observados.

3 Identificador uniforme de recursos, es una cadena de caracteres que identifica los recursos de una red de forma unívoca.

4 <http://dblp.uni-trier.de/>

medio de una búsqueda semántica en conferencias, de una manera más práctica y simple.

b) Community Question Answering

Community Question Answering son foros que permiten preguntar y responder inquietudes sobre varias categorías o tópicos. No es necesario que los usuarios tengan conocimiento sobre la temática de una pregunta para emitir una respuesta. No obstante, estas respuestas pueden ser calificadas, por lo que, la mejor calificada es considerada como la mejor respuesta.

Desde este enfoque, (Zhou, Liu, & Zhao, 2012) desarrollaron un análisis de la estructura y contenidos relacionados a tópicos que publican usuarios de Yahoo! Answers. Inicialmente, utilizaron el API de Yahoo! Answers⁵ para recopilar un conjunto de datos, y, mediante el algoritmo LDA, identificar la distribución de tópicos de cada entrada y la distribución de palabras que se asocian a los tópicos. Con base en la distribución de tópicos por preguntas, generaron relaciones entre cada par de usuario (U_p, U_r), en donde U_p es el usuario que pregunta y U_r el usuario que responde. Finalmente, ejecutaron una variación del algoritmo PageRank⁶ para calificar a los usuarios y seleccionaron los k mejores para cada tópico identificado. El resultado al que llegaron, demuestra que el método detallado es favorable para encontrar expertos o autoridades en estas PSs.

En (Guo & Hu, 2013) se desarrolla una investigación que se centra en identificar autoridades confiables, tomando en consideración tópicos dominados por los usuarios. De igual manera, los autores utilizaron el API de Yahoo! Answers para recopilar un conjunto de datos, con los cuales construyeron pares “Pregunta, Mejor Respuesta” y “Pregunta, Peor Respuesta” para cada pregunta. Las entidades “Mejor Respuesta” y “Peor Respuesta” son n -grams altamente relacionados y no relacio-

5 <https://answers.yahoo.com/>

6 Algoritmo utilizado para asignar de forma numérica la relevancia de los documentos (o páginas web) indexados por un motor de búsqueda.

nados, respectivamente. Ejecutaron una variación del algoritmo LDA sobre este conjunto de pares para obtener la distribución de tópicos por pares y la distribución de palabras por tópicos. Con base en las distribuciones obtenidas, determinaron la distribución de tópicos por usuarios y generaron un grafo, en donde los nodos son los usuarios y los arcos son las relaciones de respuestas a preguntas. A cada nodo le asignaron un valor que representa el grado de autoridad en los tópicos. Finalmente, desarrollaron una versión del algoritmo HITS⁷ para recorrer el grafo de acuerdo al tópico de interés y obtener los usuarios autoridades más confiables. Los resultados obtenidos indican que, gracias a la incorporación de información sobre los tópicos de dominio de los usuarios, se mejora el rendimiento de la identificación de autoridades confiables.

c) Identificación de expertos o autoridades en tópicos basados en Microblogs

Los *Microblogs* permiten escribir publicaciones cortas, las cuales se distribuyen entre amigos y observadores a través de herramientas de mensajería instantánea o correo electrónico. A diferencia de los *Blogs* convencionales, los *Microblogs* son un medio más dinámico de comunicación, ya que los usuarios se demoran menos tiempo en generar contenidos, debido a la limitación de caracteres en la publicación. Según (Jabeur, Tamine, & Boughanem, 2012), en los *Microblogs* existen varios tipos de actores:

- **Populares:** son usuarios que, independientemente de los tópicos, poseen una gran cantidad de publicaciones o seguidores.
- **Autoridades:** son usuarios que publican contenido relacionado a uno o varios tópicos de interés para sus seguidores.
- **Influenciadores:** son usuarios que, a través de sus publicaciones, son capaces de divulgar información a lo largo de la red.
- **Líderes:** son usuarios que tienen la habilidad de motivar personas y estimular un movimiento en una comunidad a través de sus respuestas o menciones.
- **Disertantes:** son usuarios que, al encontrar una publicación, inician discusiones de alto valor alrededor de un tópico.

⁷ Algoritmo de análisis de enlaces que permite valorar páginas web

Un influenciador, cuyas publicaciones estén relacionadas a un tópico y se divulguen a lo largo de una comunidad interesada, puede ser considerado como una autoridad. De igual manera, es de suponer que los contenidos publicados por una autoridad son altamente divulgados en comunidades de interés.

A partir de las características descritas, (Weng, Lim, Jiang, & He, 2010) proponen un algoritmo para identificar, evaluar y seleccionar a los k usuarios más influenciadores en tópicos implícitos de un conjunto de datos. Inicialmente, usaron un web crawler y parser para extraer un conjunto de 6 748 usuarios y 1 021 039 tweets publicados. Pre-procesaron estos tweets eliminando las palabras que contenían caracteres no contemplados en el inglés (stopwords), signos de puntuación, URLs, palabras de menos de 3 caracteres y menciones (@username). En este punto, ejecutaron el algoritmo LDA para determinar los tópicos de interés por usuarios, analizando el contenido de sus tweets, y así, generaron un grafo con los usuarios como nodos y la similitud de tópicos entre usuarios como arcos. Finalmente, ejecutaron el algoritmo TwitterRank —una extensión de PageRank, centrada en Twitter— para calificar a los usuarios. El resultado de la investigación demuestra que el algoritmo TwitterRank permite evaluar la influencia de usuarios en un tópico, verificando que en Twitter existe la propiedad de homofilia o agrupación de usuarios similares.

Empleando un proceso no supervisado de clustering, (Pal & Counts, 2011) proponen métricas con base en la información de usuarios que forman parte de un conjunto de tweets extraídos por igualdad de palabras predeterminadas. Emplearon un acceso pago a FireHose⁸ de Twitter, para la descarga de 89 622 039 tweets con base en palabras predefinidas. Con esto, generaron métricas que toman en consideración tweets originales, tweets conversacionales y retweets de un usuario; así como, sus menciones y las características de su grafo social vinculado a un tópico. Combinaron las métricas para crear un conjunto de características, en las que se basa un algoritmo no supervisado de clustering para agrupar usuarios similares. Finalmente, ejecutaron un algoritmo de ranqueo gaussiano para ordenar los usuarios del clúster por importancia. En esta investigación, el método propuesto permite identificar

autoridades en Twitter sin que el número de seguidores, amigos y tweets publicados influyan en la decisión del algoritmo. Por lo tanto, este método descarta celebridades que no son autoridades, pero debido a su vasto número de seguidores pueden ser consideradas como tales.

(Ghosh, Sharma, Benevenuto, Ganguly, & Gummadi, 2012; Kang & Lerman, 2017) desarrollaron un sistema denominado Cognos que, a través del análisis de listas, localiza expertos o autoridades, y demuestra que existe homofilia en Twitter. Las listas agrupan y ordenan un conjunto de usuarios bajo una etiqueta. Los autores descargaron 298 000 listas, 2 300 000 usuarios, 111 000 000 relaciones de amistad, 10 000 000 membresías y 1 500 000 links de suscripciones, y pre-procesaron las etiquetas de las listas con un proceso de normalización y stemming. Aplicaron el algoritmo LDA para determinar la distribución de etiquetas sobre los tópicos y la distribución de tópicos sobre los usuarios de las listas. Finalmente, evaluaron las relaciones de amistad de los usuarios relacionados a un tópico para validar la proporción de relaciones que realmente existen. Con esta investigación demostraron que usuarios similares, en cuanto a tópicos, tienden a relacionarse en mayor proporción entre sí.

Explotando la semántica de contenidos, (Chepurna & Makrehchi, 2015) desarrollaron una investigación basada en generar un clasificador binario que permita determinar la relevancia de un usuario en un tópico. Construyeron un conjunto de entrenamiento que fue conformado, tanto por entradas positivas extraídas de contenidos de una fuente fiable relacionada a un tópico, como por entradas negativas originadas por tweets aleatorios. Este conjunto de entrenamiento es disparado en cuanto al número de entradas positivas y negativas, por lo que, los autores argumentan que, en estos tipos de PS, son menos los usuarios autoridades que los regulares. En este punto, entrenaron un sistema de recomendación para determinar si un usuario es una autoridad. Los resultados de esta investigación demuestran que este método puede ser usado exitosamente para el descubrimiento de autoridades.

Algunos de los enfoques de las investigaciones descritas no realizan ningún análisis semántico de los tweets y solo asumen que existe una relación con el tópico con base en métricas. Además, el enfoque no supervisado empleado en otras investigaciones suelen recolectar datos

durante meses para obtener un conjunto variado sobre el cual trabajar. Por lo tanto, en este trabajo se optó por emplear un enfoque semisupervisado en donde se aplica: (1) un algoritmo supervisado para la clasificación de los documentos (tweets), y (2) un algoritmo no supervisado para la identificación y evaluación de las autoridades. Además, esta opción permite realizar un análisis semántico del contenido de las publicaciones que podría derivar en resultados más confiables.

En la siguiente sección, se desarrolla el concepto de homofilia aplicada a plataformas sociales. No obstante, profundizamos el análisis de Twitter, debido a que nuestra investigación se centra en la detección de expertos o autoridades en tópicos determinados, entre sus usuarios.

12.3 Homofilia en plataforma sociales (PSs)

La homofilia postula la existencia de un mayor contacto entre personas con preferencias similares, que entre individuos disímiles (McPherson, Smith-Lovin, & Cook, 2001). Este concepto es omnipresente en los grupos sociales humanos, ya que su afinidad se basa en la información cultural, conductual, genética o material, que fluye a través de sus miembros. Se basa en una amplia gama de características socio-demográficas, conductuales e intrapersonales, para reconocer que la similitud es el fundamento de las comunidades o grupos sociales. En este sentido, (Huston & Levinger, 1978) demostraron que la semejanza de actitudes, capacidades, creencias y aspiraciones, conducen a la atracción e interacción entre las personas. De igual manera, (Burt, 1982), señaló que las personas que ocupan roles similares, a menudo se influyen mutuamente en la adopción de innovaciones.

Conforme (Sun & Tang, 2011), existen tres factores que a menudo se entrelazan en las PS para enfatizar la propiedad de la homofilia:

- **Influencia Social:** Indica que los usuarios tienden a vincularse con otros por interés en sus comportamientos. En consecuencia, terminan adoptando dichos comportamientos.
- **Selección:** Indica que los usuarios tienden a vincularse con otros debido a que se consideran similares a ellos.

- **Variables confusas:** Indica que los usuarios tienden a vincularse con otros de acuerdo a variables que son desconocidas. Estas variables causan que los usuarios se comporten de manera similar.

Las PS proveen a sus usuarios la capacidad de formar parte de comunidades que emulan a los grupos sociales del mundo real. Estas comunidades tienden a ser robustas, activas y longevas, debido al nivel de compenetración entre sus usuarios. Según (Zafarani *et al.*, 2014), existen dos tipos de comunidades: explícitas e implícitas. Las comunidades explícitas son grupos de usuarios definidos formalmente por una plataforma, en donde: (1) los integrantes de una comunidad son conscientes de que son miembros de esta; (2) los usuarios no miembros de una comunidad saben quiénes son los integrantes de la misma; (3) los miembros de una comunidad tienden a interactuar más entre ellos, que con usuarios no miembros. Por otro lado, las comunidades implícitas son grupos de usuarios no definidos formalmente por una plataforma, en donde: (1) los integrantes de una comunidad no son conscientes de que son miembros de esta; (2) los usuarios no miembros de una comunidad no conocen la existencia de la misma ni de su composición; (3) los individuos de la comunidad tienden a interactúan tácitamente más entre ellos que con usuarios no miembros.

Dado que nuestro trabajo se centra en Twitter, en lo que resta de esta Sección, se desarrolla un análisis de su utilidad en esta red social.

12.3.1 Homofilia en Twitter

Twitter es uno de los más importantes *Microblogs*. Fue lanzado a mediados del 2006, como una aplicación Web 2.0. Los usuarios y las publicaciones de Twitter se denominan *Twitterer* y *Tweets*, respectivamente. Los *tweets* están limitadas a 140 caracteres y se relacionan con diversos tópicos, tanto cotidianos como científicos. El hecho de que las publicaciones sean cortas, en comparación a los *Blogs*, hace que esta PS sea dinámica en cuanto a comunicación e interacción se refiere. Además, cuenta con un sistema de etiquetas, denominado *Hashtag*, que ayuda a categorizar una publicación, agregándole un parámetro que agiliza

su búsqueda o clasificación. Twitter permite la interrelación entre sus usuarios (*Friends-Followers*) mediante una acción denominada como *Following*, en donde, un usuario puede seguir a otro, interactuando con sus publicaciones.

Para el desarrollado de aplicaciones, Twitter posee una interfaz de interacción más avanzada, denominada Twitter Application Public Interface (Twitter API), la cual permite generar y consultar datos como usuarios, publicaciones, relaciones de seguimiento, entre otros. Los datos retornados por la interfaz están en el formato JavaScript Object Notation (JSON). Sin embargo, Twitter API tiene limitaciones en cuanto a uso y cantidad de información retornada.

Twitter como plataforma social se basa en los principios de participación, interacción y conectividad. Este último, sugiere que Twitter es un sistema de vínculos de red, y por lo tanto tiene homofilia como una propiedad implícita. En este contexto, la homofilia implica que existe la tendencia de que usuarios similares se vinculen entre sí. Por ejemplo, ciertos usuarios se vinculan a otros porque están interesados en los tópicos de los contenidos que publican, lo que sugiere que tienen intereses comunes (Ghosh *et al.*, 2012; Kang & Lerman, 2017; Weng *et al.*, 2010; Zafarani, Abbasi, & Liu, 2014). Twitter genera comunidades implícitas mediante la interacción entre sus usuarios con tópicos o intereses similares. Es importante señalar que los integrantes de estas comunidades tienden a expresarse con un vocabulario común, por lo que, al aplicar técnicas de procesamiento de lenguaje natural, se puede reconocer a una comunidad.

12.4 Descripción del Sistema Propuesto

La Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA), como Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana, implementó una plataforma MOOC, mediante la cual, estudiantes y profesionales pueden acceder a diferentes cursos. Sin embargo, para ampliar los recursos de aprendizaje, su grupo de investigación en telemedicina desarrolló un proyecto de investigación, cuyo principal objetivo es generar una herramienta de fácil acceso que,

aprovechando los contenidos generados en las PSs, pueda mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Específicamente, los docentes que son parte del MOOC podrán recomendar a sus estudiantes, las autoridades pertinentes de Twitter, en los tópicos dictados en sus cursos. Con esto, los estudiantes podrán incrementar su conocimiento y rendimiento escolar, aprovechando la información publicada por dichas autoridades.

En las siguientes subsecciones, explicaremos el funcionamiento de una plataforma de aprendizaje conocida como CEDIA Educación Virtual, debido a que es uno de los pilares de nuestro recomendador. Además, detallaremos los requerimientos que sigue nuestro sistema, así como, su arquitectura y la ejecución de pruebas.

12.4.1 CEDIA Educación Virtual

Conocida como CEDIA Educación Virtual, esta plataforma permite crear o inscribirse en cursos *online*, en diversas temáticas. Maneja sus usuarios basándose en dos entidades lógicas: facilitadores y estudiantes. Por un lado, un facilitador puede crear cursos, incorporar contenidos multimedia y calificar a los estudiantes; mientras que, un estudiante puede inscribirse en los cursos creados, consultar contenidos multimedia y realizar evaluaciones. Cada curso está definido por un plan de estudios que contempla un conjunto de temas que deben ser cubiertos; en la mayoría de casos, cada tema se cubre semanalmente. Una vez concluido un tópico semanal, cada estudiante podrá acceder a sus respectivas evaluaciones. En la Figura 12.1, se puede observar la página de inicio de la plataforma y la descripción de un curso en particular.

Figura 12.1
Plataforma MOOC: CEDIA Educación Virtual



12.4.2 Especificación de Requerimientos

Tomando en consideración el funcionamiento de CEDIA Educación Virtual, las prestaciones de Twitter y el objetivo principal de la investigación planteada, se determinaron las funcionalidades y restricciones que debe presentar nuestro sistema de recomendación. Específicamente, se identificaron requerimientos funcionales y no funcionales.

Requerimientos funcionales. Permiten expresar la naturaleza del funcionamiento del sistema, es decir, las acciones que debe ser capaz de realizar:

- El sistema debe permitir a los usuarios definir y configurar tópicos de exploración.
- El sistema debe identificar y evaluar usuarios de Twitter, considerados como autoridades, en un tópico de exploración definido.
- El sistema debe generar una recomendación de las autoridades mejor evaluadas, publicándolas en la cuenta de Twitter de CEDIA Educación Virtual.
- Requerimientos no funcionales. Expresan las restricciones sobre el espacio de posibles soluciones, es decir, indican cómo debe comportarse el sistema.
- El sistema debe desarrollarse para ser accedido mediante un navegador web.
- La aplicación web debe ser *responsive* para que se acople a diferentes navegadores y dispositivos.
- El proceso completo de identificación y recomendación de autoridades en un tópico no debe superar los 7 días, debido a que habitualmente se dicta un tópico por semana.
- El proceso completo de identificación y recomendación de autoridades debe depender en lo menos posible de cada usuario.
- Los usuarios recomendados deben tener publicaciones recientes en un tópico seleccionado.

12.4.3 Arquitectura

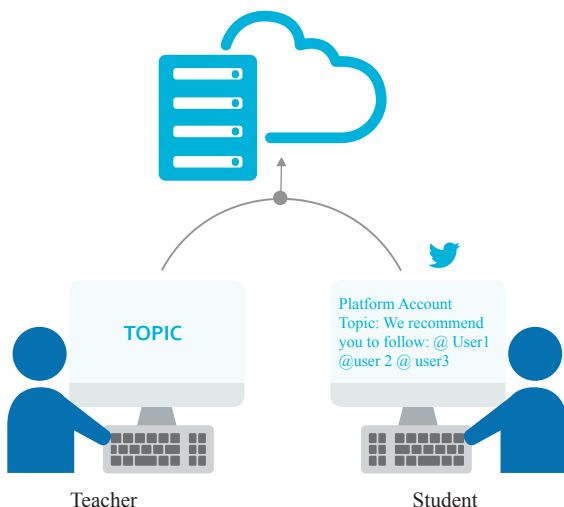
Con base en los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de recomendación, se diseñó y desarrolló una arquitectura de hardware y software.

a) Arquitectura de hardware

Desde el punto de vista de la estructura física, se diseñó un sistema multiplataforma que está constituido por una aplicación web *responsive*, accesible a través de navegadores web e Internet. La aplicación web está alojada en un servidor de aplicación que se conecta a un servidor de base de datos. Por lo tanto, el hardware se resume en dispositivos con navegadores web, conexión a Internet y un servidor de aplicación web (ver Figura 12.2).

Figura 12.2

Arquitectura de hardware del sistema



a) Arquitectura de hardware

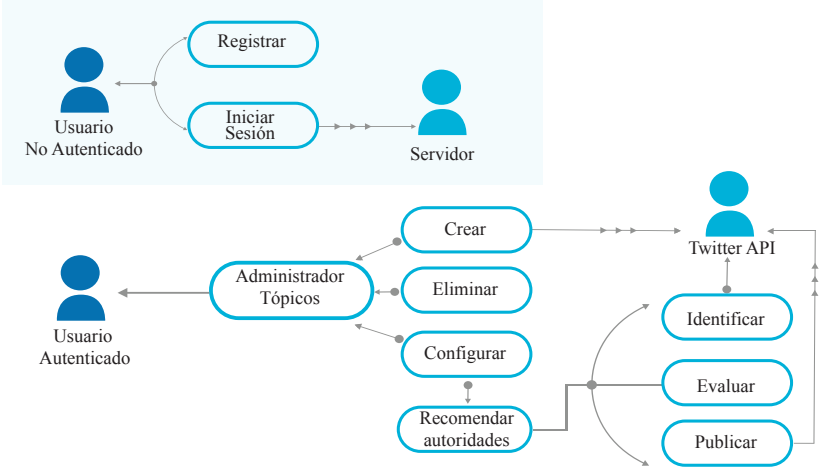
Dado que, el objetivo del sistema implementado es recomendar usuarios de Twitter, considerados autoridades en tópicos particulares, se analizaron las características de esta plataforma, para definir la hipótesis sobre las que se fundamenta el trabajo desarrollado. Con base en esta hipótesis, se definió la vista conceptual, lógica y de proceso del sistema.

Vista Conceptual. Describe la interacción típica de un usuario con las funcionalidades del sistema. En esta propuesta, un usuario puede interactuar en dos estados: autenticado y no-autenticado. Un usuario

no-autenticado puede registrarse para generar un perfil en la aplicación e iniciar sesión para hacer uso de sus funcionalidades principales; por otro lado, un usuario autenticado puede ejecutar acciones para gestionar cursos y tópicos.

Cuando un usuario autenticado configura un tópico para un curso, automáticamente se le recomienda aquellos usuarios de Twitter que son autoridades. Por lo tanto, el sistema comienza identificando la comunidad implícita de usuarios relacionada al tópico, con lo cual procede a verificar sus autoridades. En este punto, publica en la cuenta de Twitter de CEDIA Educación Virtual, la recomendación de los k usuarios con mayor autoridad. Es importante destacar que se requiere utilizar el Twitter API, para realizar los procesos de creación, identificación y publicación de autoridades. En la Figura 12.3, se puede observar el diagrama de casos de uso del sistema.

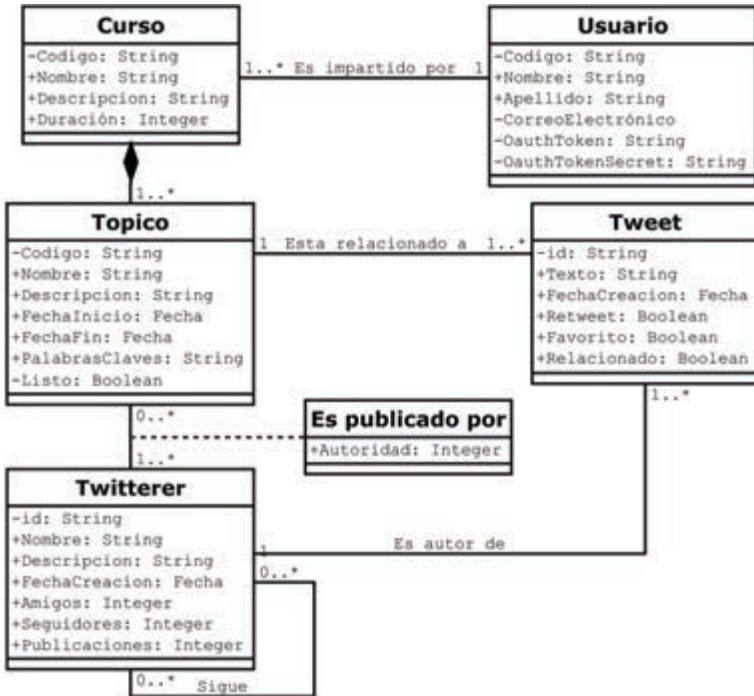
Figura 12.3
Diagrama de casos de uso del sistema



Vista Lógica. Describe las funcionalidades que el sistema provee los usuarios. Nuestro sistema está conformado por clases que se encargan de definir los objetos que soportan sus funcionalidades, por medio de comportamientos y relaciones definidas. En este caso, existen las clases Curso, Tópico, Usuario, Twitterer y Tweet. Los facilitadores de la

plataforma pueden configurar los tópicos que dictan y así, se realice automáticamente la recomendación de autoridades. La Figura 12.4 ilustra el diagrama de clases del sistema.

Figura 12.4
Diagrama de clases del sistema



Vista de Procesos. Describe cada uno de los procesos internos ejecutados por el sistema y cómo se comunican entre sí. En nuestro sistema, existen dos modos de uso que un usuario autenticado puede ejecutar al momento de consultar datos a través de los servicios de Twitter API:

- **Modo crear tópico:** Se da cuando un usuario define valores para los atributos de un tópico, los cuales son enviados al servidor de aplicación para su validación y procesamiento. En este punto, se pueden dar dos situaciones: (1) los valores no son válidos, por lo que el caso finaliza; y, (2) el servidor de aplicación solicita a Twitter iniciar un streaming de *tweets*, que son generados en tiempo real.

En el servidor, la información recibida del autor y del contenido de cada tweet, es inspeccionada para determinar su nivel de similitud con respecto a las palabras claves del tópico. Los *tweets* con alta similitud son guardados; mientras que, los de baja similitud son descartados. El streaming se detiene cuando un usuario lo indica o cuando se almacena una cantidad determinada de *tweets*.

- **Modo configurar tópico:** Se da cuando un usuario sube un archivo de *tweets* (catalogados por etiquetas), el cual es recibido en el servidor de aplicación para iniciar un pre-procesamiento de la descripción del autor y del texto de la publicación; esto se realiza con la finalidad de: (1) eliminar URLs, *stopwords* y signos de puntuación; (2) filtrar sustantivos, adjetivos y verbos; y, (3) *lemmatizar*. Con los resultados de este pre-procesamiento, se extraen las frases claves de la descripción del usuario y del texto de la publicación, mediante los algoritmos *tf-idf* y *TextRank*, respectivamente. Con base en las frases claves identificadas, se construye un vector de características de cada entrada del conjunto de datos y se entrena un modelo matemático, el cual permite identificar automáticamente los tweets relacionados al tópico con cierta precisión. Si la precisión es baja, el caso de uso finaliza y el tópico no queda configurado; caso contrario, el tópico queda configurado y se inicia un nuevo streaming de tweets. Para cada entrada positiva, se extrae el *twitterer* autor y, se consulta y se filtra sus relaciones de amistad y following. En esta situación, se crea un grafo, donde sus nodos son los *twitterers* identificados y sus arcos son las relaciones de amistad y following entre ellos. Con este grafo se ejecuta el algoritmo *PageRank* para calcular el grado de autoridad de los nodos. Finalmente, se seleccionan los *k* nodos con mayor puntuación, para publicarlos en la cuenta de Twitter de CEDIA Educación Virtual.

12.4.4 Ejecución de las pruebas

Las pruebas realizadas permitieron verificar que los requerimientos funcionales y no funcionales fueron implementados correctamente. A continuación, se describen los conjuntos de datos empleados para la ejecución de las pruebas y las métricas de evaluación utilizadas para

validar los procesos de clasificación de documentos y la recomendación de autoridades.

a) Conjunto de datos

El sistema requiere de dos conjuntos de datos para recomendar autoridades en un determinado tópico de estudio. Por un lado, existe un conjunto de entrenamiento, que se emplea para entrenar el modelo matemático que permite la clasificación de documentos (*tweets*); por otro lado, se tiene un conjunto de identificación, cuya finalidad es identificar usuarios relacionados a un tópico.

Conjunto de entrenamiento. Inicialmente, se contactó a un facilitador de un curso, de CEDIA Educación Virtual, sobre el manejo del trauma en situaciones pre hospitalarias. Una vez establecido el contacto, se le solicitó el cronograma del curso y palabras claves asociadas con cada tópico del plan de estudio. Entonces, se creó en el sistema un curso similar al descrito, que contemplaba únicamente ciertos tópicos y palabras claves:

- **Reanimación cardiovascular (RCP):** *first aid, accident, first responder, emergency medical system, ecu 911, cpr, cardiac arrest, asphyxia, drowning, cardiovascular life support.*
- **Hemorragias, lesiones y heridas (HLH):** *first aid, accident, first responder, emergency medical system, ecu 911, bleeding, wound, shock, tourniquet.*

Una vez creado el curso, se realizó una recolección de datos por medio del streaming de *tweets*. Los conjuntos de datos obtenidos resultaron con un número aproximado de 10 000 entradas cada uno. En este momento, el facilitador debió etiquetar manualmente una porción del conjunto de datos para elaborar el conjunto de entrenamiento. Seguido, se configuraron los tópicos y se entrenó el modelo matemático de clasificación de documentos.

Conjunto de identificación de usuarios relacionados al tópico. Una vez entrenado el modelo matemático de clasificación de documentos, el sistema inició una nueva recolección de datos para cada tópico, a través del streaming de *tweets*. Esta tarea se realizó durante dos días, obteniendo un número aproximado de 60 000 *tweets*.

Cuando se identificaron los usuarios relacionados al t3pico, el sistema verific3 las relaciones de seguimiento entre cada uno y elabor3 un grafo social para ejecutar el algoritmo de identificaci3n de autoridades. Las 3 mejores autoridades fueron publicadas.

b) M3tricas y par3metros de evaluaci3n

Para evaluar el desempe1o del modelo matem3tico entrenado y la precisi3n de las autoridades recomendadas, se emplearon diferentes m3tricas y par3metros de evaluaci3n:

Evaluaci3n del modelo matem3tico de clasificaci3n tweets. El modelo matem3tico de clasificaci3n es el primer proceso que se ejecuta para la recomendaci3n de autoridades. Por un lado, si no posee la precisi3n necesaria, se identificar3n pocos usuarios inherentes al t3pico y la comunidad reconocida ser3 la incorrecta; caso contrario, se identificar3n muchos usuarios inherentes al t3pico y la comunidad reconocida ser3 la correcta.

Inicialmente se propuso utilizar las m3tricas *Precision y Recall*, pero, debido a que no son apropiadas cuando los conjuntos de entrenamiento son desbalanceados, se opt3 por emplear *Area Under Curve* (AUC). Se configur3 con un valor mayor a 0.7, el cual fue suficiente para cumplir con el prop3sito de la investigaci3n.

Validaci3n de autoridades recomendadas. Para evaluar las autoridades recomendadas por el sistema, una persona con conocimientos en el t3pico valid3 sus publicaciones. En ese sentido, revis3 las 3ltimas publicaciones de los usuarios recomendados y verific3 que algunas estuvieran relacionadas al t3pico, con un aporte educativo o informativo. Adem3s, se compararon los usuarios retornados por el sistema, con los usuarios retornados por el servicio Twitter Who-To-Follow (WTF). Debido a que Twitter WTF arroja una gran cantidad de usuarios, fue necesario seleccionar aleatoriamente un subconjunto de an3lisis.

En la siguiente secci3n se presentan los resultados obtenidos mediante la ejecuci3n de pruebas planificadas, para verificar el correcto desarrollo de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

12.5 Resultados y discusión

Las pruebas efectuadas permiten evaluar al sistema con base en las métricas descritas. En este sentido, permiten: (1) evaluar el proceso de entrenamiento del modelo matemático para la clasificación de documentos, en base al valor AUC obtenido; y, (2) validar que las autoridades recomendadas aporten contenidos educativos e informativos relacionados a los tópicos.

12.5.1 Modelos matemáticos resultantes para clasificación de documentos

Los modelos matemáticos de clasificación fueron evaluados en base a la métrica AUC. Presentaron un valor AUC porcentual de 74,16 \pm 6,43 para el tópico de RCP y 76.51 \pm 9,46 para el tópico de HLH.

Los resultados obtenidos indican que un valor de la métrica AUC superior a 70 puntos porcentuales es suficiente para considerar que un modelo es consistente con la identificación de verdaderos tweets relacionados a los tópicos de estudio.

12.5.2 Autoridades recomendadas

Los modelos de clasificación de documentos entrenados permitieron identificar en el segundo conjunto de datos una cantidad de 125 y 306 usuarios, relacionados a los tópicos RCP y HLH, respectivamente.

La verificación de las relaciones de seguimientos entre los usuarios identificados estuvo limitada a 5 días, dado a las restricciones de uso de Twitter API. Este tiempo no fue suficiente para validar todas las relaciones que existen entre cada par de usuarios del tópico HLH. En total, el sistema identificó 92 relaciones de seguimiento entre usuarios del tópico de RCP y 13 entre usuarios del tópico HLH. Los grafos construidos para cada tópico, se ilustran en la Figura 12.5, donde: el nodo azul indica el tópico; los nodos verdes indican los usuarios; los enlaces grises indican los usuarios que hablan del tópico; y, los enlaces rojos indican la relación de seguimiento entre un par de usuarios.

Por un lado, la Figura 12.5(a) ilustra el grafo con todos los nodos y relaciones del tópico RCP, y la Figura 12.5(b), del tópico HLH. Por otro lado, la Figura 12.5(c) expone un grafo que contiene únicamente los nodos que se encuentran conectados por una relación de seguimiento en el tópico RCP, y la Figura 12.5(d), en el tópico HLH.

La recomendación de autoridades efectuada por el sistema para el tópico de RCP fue la siguiente: @MayoClinic, @theheartorg y @utmedicalcenter. Al revisar las publicaciones de estos usuarios se verificó, que los dos primeros publican contenidos educativos muy relacionados a varios tópicos de medicina, incluyendo RCP. Sin embargo, el tercero, también publica contenido relacionado a varios tópicos y seminarios gratuitos, pero no incluye RCP.

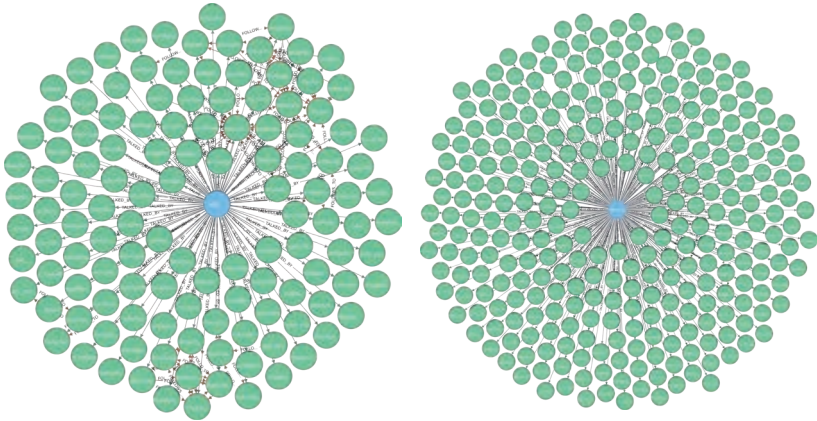
En cuanto al tópico HLH, la recomendación efectuada por el sistema fue la siguiente: @EvaMarie016, @dodenkirk y @janetheclapp. Al revisar las publicaciones de estos usuarios se verificó que, los dos últimos publican contenidos educativos muy relacionados a varios tópicos de medicina, incluyendo el tratamiento de Hemorragias, Lesiones y Heridas. No obstante, el primero no publica contenido de interés en el tópico seleccionado.

La calidad de los usuarios recomendados para el tópico de HLH es menor que la conseguida para RCP, debido a que el sistema no tuvo el tiempo suficiente de validar todas las relaciones que había entre cada par de usuarios. Por este motivo, una mejora al sistema podría limitar la cantidad de usuarios que se obtienen del proceso de identificación, para así verificar todas las relaciones de seguimiento entre ellos en un periodo de menor.

Finalmente, los usuarios que recomendó el servicio Twitter WTF no fueron similares a los encontrados por el sistema, ya que, una gran cantidad de ellos no publican contenidos educativos en los tópicos seleccionados. A pesar de esto, esta herramienta recomienda usuarios que publican contenido dentro del área de la temática.

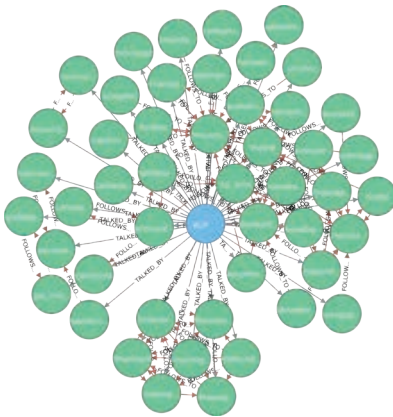
El resultado de la investigación afirma que es posible identificar comunidades implícitas y autoridades en un tópico, gracias a la característica de homofilia presente Twitter.

Figura 12.5
Grafo de Usuarios de la Comunidad por Tópicos



(a) RCP: Todas las relaciones

(b) HLH: Todas las relaciones



(c) RCP: Solo usuarios con relaciones



(d) HLH: Solo usuarios con relaciones

12.6 Conclusiones

En este capítulo se ha propuesto un sistema de recomendación de autoridades en Twitter, sobre diferentes tópicos. Se determinó perfiles de expertos y la calidad del contenido de los tweets posteados por ellos, con la finalidad de generar recomendaciones a los estudiantes acerca de esos temas. De esta forma, se buscó estimular su curiosidad y la conformación de nuevas redes colaborativas. Los resultados de las pruebas ejecutadas muestran que nuestro sistema posibilita identificar comunidades implícitas y autoridades en un tópico, gracias a la característica de homofilia presente en Twitter.

12.7 Referencias

- Boon-Long, S., & Wongsurawat, W. (2015). Social media marketing evaluation using social network comments as an indicator for identifying consumer purchasing decision effectiveness. *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 17(2), 130-149. <https://doi.org/10.1057/ddmp.2015.51>
- Bozzon, A., Brambilla, M., Ceri, S., Silvestri, M., & Vesci, G. (2013). Choosing the Right Crowd: Expert Finding in Social Networks. En *Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology* (pp. 637-648). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2452376.2452451>
- Burt, R. S. (1982). *Toward a structural theory of action : network models of social structure, perception, and action*. New York : Academic Press. Recuperado a partir de <http://trove.nla.gov.au/version/44965250>
- Cheng, Z., Caverlee, J., Barthwal, H., & Bachani, V. (2014). Who is the Barbecue King of Texas?: A Geo-spatial Approach to Finding Local Experts on Twitter. En *Proceedings of the 37th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval* (pp. 335-344). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2600428.2609580>
- Chepurna, I., & Makrehchi, M. (2015). Exploiting Class Bias for Discovery of Topical Experts in Social Media. En *2015 IEEE International Conference on Data Mining Workshop (ICDMW)* (pp. 64-71). <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2015.198>
- Daud, A., & Muhammad, F. (2012). Group topic modeling for academic knowledge discovery. *Applied Intelligence*, 36(4), 870-886. <https://doi.org/10.1007/s10489-011-0302-3>

- Gao, F., Luo, T., & Zhang, K. (2012). Tweeting for learning: A critical analysis of research on microblogging in education published in 2008–2011. *British Journal of Educational Technology*, 43(5), 783-801. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01357.x>
- Ghosh, S., Sharma, N., Benevenuto, F., Ganguly, N., & Gummadi, K. (2012). Cognos: Crowdsourcing Search for Topic Experts in Microblogs. In *Proceedings of the 35th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* (pp. 575–590). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2348283.2348361>
- Guo, L., & Hu, X. (2013). Identifying Authoritative and Reliable Contents in Community Question Answering with Domain Knowledge. En *Trends and Applications in Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 133-142). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40319-4_12
- Hasan, K. S., & Ng, V. (2010). Conundrums in Unsupervised Keyphrase Extraction: Making Sense of the State-of-the-art. En *Proceedings of the 23rd International Conference on Computational Linguistics: Posters* (pp. 365-373). Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1944566.1944608>
- How Much Data Is Generated Every Minute On Social Media? (2015, agosto 19). Recuperado el 28 de marzo de 2017, a partir de <http://wersm.com/how-much-data-is-generated-every-minute-on-social-media/>
- Huston, T. L., & Levinger, G. (1978). Interpersonal attraction and relationships. *Annual Review of Psychology*, 29, 115-156. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.29.020178.000555>
- Jabeur, L. B., Tamine, L., & Boughanem, M. (2012). Active Microbloggers: Identifying Influencers, Leaders and Discussers in Microblogging Networks. En *String Processing and Information Retrieval* (pp. 111-117). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34109-0_12
- Java, A., Song, X., Finin, T., & Tseng, B. (2009). Why We Twitter: An Analysis of a Microblogging Community. En *Advances in Web Mining and Web Usage Analysis* (pp. 118–138). Springer, Berlin, Heidelberg. Recuperado a partir de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00528-2_7
- Jiang, C., Liang, K., Chen, H., & Ding, Y. (2014). Analyzing market performance via social media: a case study of a banking industry crisis. *Science China Information Sciences*, 57(5), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11432-013-4860-3>
- Kang, J. H., & Lerman, K. (2017). *Using Lists to Measure Homophily on Twitter*. Recuperado a partir de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/>

- citations;jsessionid=6DCA58F7C9BE62EE1F5A8021E0894BB4?doi=10.1.1.302.4452
- Krishnan, K., & Rogers, S. P. (2014). *Social Data Analytics: Collaboration for the Enterprise*. Newnes.
- Liao, W., Shah, S., & Makrehchi, M. (2014). Winning by Following the Winners: Mining the Behaviour of Stock Market Experts in Social Media. En *Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling and Prediction* (pp. 103-110). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05579-4_13
- Manca, S., & Ranieri, M. (2017). Implications of social network sites for teaching and learning. Where we are and where we want to go. *Education and Information Technologies*, 22(2), 605-622. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9429-x>
- McPherson, M., Smith-Lovin, L., & Cook, J. M. (2001). Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, 27(1), 415-444. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.27.1.415>
- Mihalcea, R., & Tarau, P. (2004, julio). TextRank: Bringing Order into Texts [Paper]. Recuperado el 25 de abril de 2017, a partir de <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc30962/>
- Pal, A., & Counts, S. (2011). Identifying Topical Authorities in Microblogs. En *Proceedings of the Fourth ACM International Conference on Web Search and Data Mining* (pp. 45-54). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1935826.1935843>
- Peters, M. E., Uible, E., & Chisolm, M. S. (2015). A Twitter Education: Why Psychiatrists Should Tweet. *Current Psychiatry Reports*, 17(12), 94. <https://doi.org/10.1007/s11920-015-0635-4>
- Social media (s/f). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Social_media&oldid=772560031
- Stilo, G., Velardi, P., Tozzi, A. E., & Gesualdo, F. (2014). Predicting Flu Epidemics Using Twitter and Historical Data. En *Brain Informatics and Health* (pp. 164-177). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09891-3_16
- Sulistya, A., Sharma, A., & Lo, D. (2016). Spiteful, One-Off, and Kind: Predicting Customer Feedback Behavior on Twitter. En *Social Informatics* (pp. 368-381). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47874-6_26
- Sun, J., & Tang, J. (2011). A Survey of Models and Algorithms for Social Influence Analysis. En C. C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics* (pp. 177-214). Springer US. Recuperado a partir de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-8462-3_7
- Weng, J., Lim, E.-P., Jiang, J., & He, Q. (2010). TwitterRank: Finding Topic-sensitive Influential Twitterers. En *Proceedings of the Third ACM In-*

- ternational Conference on Web Search and Data Mining* (pp. 261-270). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1718487.1718520>
- Wu, H., Pei, Y., & Yu, J. (2009). Detecting academic experts by topic-sensitive link analysis. *Frontiers of Computer Science in China*, 3(4), 445. <https://doi.org/10.1007/s11704-009-0038-y>
- Zafarani, R., Abbasi, M. A., & Liu, H. (2014). *Social Media Mining: An Introduction*. New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Zhai, Y., Li, X., Chen, J., Fan, X., & Cheung, W. K. (2014). A Novel Topical Authority-Based Microblog Ranking. En *Web Technologies and Applications* (pp. 105-116). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11116-2_10
- Zhang, F., Luo, J., Li, C., Wang, X., & Zhao, Z. (2014). Detecting and Analyzing Influenza Epidemics with Social Media in China. En *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 90-101). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06608-0_8
- Zhou, G., Liu, K., & Zhao, J. (2012). Topical Authority Identification in Community Question Answering. En *Pattern Recognition* (pp. 622-629). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33506-8_76

Capítulo 13

Ecosistema inteligente basado en aplicaciones lúdicas y asistentes robóticos para el soporte en la enseñanza de prevención de accidentes de trauma en niños

ROBLES BYKBAEV VLADIMIR^{1, 2}
vrobles@ups.edu.ec

PULLA SÁNCHEZ DANIEL¹
dpulla@ups.edu.ec

CAPÓN ALBARRACÍN MARCO^{1, 2}
marco1989delrio@gmail.com

BERREZUETA GUZMÁN JONNATHAN²
santinote4@gmail.com

QUISI PERALTA DIEGO^{1, 2}
dquisi@ups.edu.ec

BARROS PONTÓN MA. EUGENIA^{1, 2}
mbarros@ups.edu.ec

CANIZARES JARRÍN LORENA^{1, 2}
lcanizares@ups.edu.ec

CEVALLOS LEÓN WONG VERÓNICA¹
veronique90cevallos@gmail.com

TIMBI SISALIMA CRISTIAN^{1, 2}
ctimbi@ups.edu.ec

SERPA ANDRADE LUIS^{1, 2}
lserpa@ups.edu.ec

¹ GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa-Universidad Politécnica Salesiana
² Grupo de Trabajo en Telemedicina/Telesalud- CEDIA

Resumen

Según las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), alrededor de un millón de niños han muerto debido a lesiones y accidentes involuntarios en 2004. Las primeras cinco causas de muertes por accidentes en el mundo son traumatismos, quemaduras relacionadas con el fuego, caídas y envenenamiento. Por esta razón, es fundamental que los padres, las escuelas y los cuidadores estén preparados para enseñar a los niños cómo prevenir este tipo de accidentes. Por estos motivos, en este artículo presentamos un completo ecosistema que se sustenta en un asistente robótico, un sistema de gestión de información web y dos juegos de tipo interactivo-colaborativo que se pueden emplear para enseñar sobre prevención de accidentes de trauma a niños con edades de entre 6 y 10 años. Con el objetivo de validar la propuesta, se han llevado a cabo 2 procesos de experimentación: uno con 30 niños para validar el juego de trabajo individual. Los resultados son alentadores, ya que muestran que los niños asimilan los conceptos y tienen una buena predisposición para emplear la herramienta.

Palabras clave: Juegos serios, accidentes de trauma, niños, asistentes robóticos.

13.1 Introducción

A lo largo del tiempo los accidentes de trauma han marcado la vida de miles de familias alrededor del mundo, ya que muchos padres han perdido a sus hijos por descuidos no intencionados o porque los niños no tuvieron el conocimiento necesario de los peligros que traen ciertas acciones. Por ejemplo, los accidentes de trauma provocados por vehículos representan un importante problema de salud mundial, los mismos que son particularmente frecuentes en países en vías de desarrollo.

La tasa de mortalidad por accidentes varía ampliamente entre regiones, en consecuencia, el Ecuador posee una tasa por debajo de la media regional (15,08%), obteniendo un 11,69% de mortalidad en accidentes de tránsito (según indica la Organización Panamericana de la Salud, OPS). A su vez, se observa que un niño es más propenso a presentar este tipo de lesiones y su respuesta es diferente en comparación con el adulto (en términos de resistencia, recuperación y conocimiento de accidentes).

Según, el último informe mundial sobre prevención de las lesiones en niños de la Organización Mundial de la Salud y UNICEF se especifica que los traumatismos causados por el tránsito constituyen la

segunda causa de defunción en niños de 5 a 14 años de edad. Así también encontramos que las quemaduras por fuego se encuentran entre las doce principales causas de lesiones en niños entre 1 a 14 años. Por consiguiente, muchos de los niños quienes sobreviven a las lesiones tienen la necesidad de atención y rehabilitación, y la posibilidad de que sufran discapacidades permanentes. Las mismas que puede tener una gran repercusión en su futuro, estado de salud y posteriores procesos de formación (OMS, 2008).

A nivel mundial se tiene que, en cada año, alrededor de 10 millones de niños en todo el mundo requieren hospitalización a consecuencia de lesiones no intencionales, de ellas, el 95% ocurren en países de ingresos económicos intermedios. De acuerdo a lo que apunta la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año en todo el mundo mueren 950 000 niños por lesiones y aproximadamente el 90% de los casos por accidentes. Predomina el sexo masculino sobre el femenino a excepción de los accidentes por quemadura (Peden *et al.*, 2008).

La mayoría de los accidentes se producen debido a la falta de información o la conciencia real sobre el peligro que se presenta en diferentes elementos y situaciones. En tal virtud, es de gran importancia que los padres, educadores, cuidadores o familiares de los niños cuenten con herramientas que se puedan emplear de forma adecuada en la enseñanza y prevención de este tipo de accidentes. El programa preventivo presentado en esta investigación se centra en identificar estos elementos y los comportamientos asociados a los accidentes y en cambio evocar acciones seguras para cada situación a través de la educación.

13.2 Trabajo relacionado

Según la Organización Mundial de la Salud (Peden *et al.*, 2012) los accidentes peatonales, las quemaduras y la intoxicación están entre las causas más comunes de trauma pediátrico en accidentes en todo el mundo. La mayoría de las lesiones en menores se producen en el hogar, en la escuela, en las calles o en las áreas recreativas (Paulsen y Mejía, 2008). Además, algunas de las características evolutivas del niño se asocian a la ocurrencia de accidentes durante la infancia, debido a su

creciente capacidad de explorar las áreas circundantes. Por lo tanto, se convierte en una prioridad desarrollar programas preventivos que conciencien a los niños, cuidadores y maestros sobre los riesgos presentes en su rutina diaria y espacios. Sin embargo, este aprendizaje debe ser transmitido de una manera que cause impacto en el niño. El juego es el medio natural a través del cual el niño aprende y se comunica, y el mecánico de entretenimiento de los juegos virtuales, facilita el aprendizaje, mediante el uso de refuerzo (como obtener puntuaciones altas o premios) para lograr el objetivo propuesto.

Por otro lado, en la última década se han desarrollado varias investigaciones relacionadas con los accidentes de trauma. Por ejemplo Achana *et al.* (2015) ha llevado un estudio con el objetivo de determinar la efectividad de la prevención de envenenamientos a través del metanálisis. En este estudio, los autores proponen utilizar el metanálisis para evaluar la eficacia de diferentes intervenciones que permita aumentar la prevalencia de un almacenamiento seguro de medicamentos, productos para el hogar, venenos, etc. Los resultados de esta investigación han demostrado que la educación por sí sola no era la más eficaz para cualquier práctica de prevención de venenos (Achana *et al.*, 2015).

Es por ello, que actualmente existen varios sistemas informáticos que son de soporte en la enseñanza en diferentes áreas. Entre ellas está ADACOF (Una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad) que tiene como objetivo ser una herramienta de soporte en el aprendizaje del código fonético (terapia del lenguaje) usando como apoyo las TIC (tecnologías móviles) (Timbi *et al.*, 2014).

Arbogast *et al.* (2014) han desarrollado una herramienta educativa basada en juegos con el objetivo de enseñar a los niños de primaria los principios de seguridad de peatones. Los autores han realizado un experimento de validación con 348 participantes divididos en dos grupos: con el primer grupo (180 niños) han utilizado material didáctico mientras que el segundo (168 niños) ha utilizado el videojuego. Los resultados de esta investigación demostraron que los estudiantes que jugaron el videojuego educativo se desempeñaron de manera similar a

aquellos que asistieron al aprendizaje didáctico tradicional (Arbogast *et al.*, 2014).

En el estudio realizado por Pérez, Higuera, Cordero, y Rodríguez, (2015), se investigó sobre el conocimiento que poseen las madres en los accidentes del hogar para los niños menores a 5 años de tres consultorios médicos familiares, con un total de 136 niños estudiados. Con ello, se demostró que el 90% de las madres y el 50% de madres entre 20 y 30 años tenían conocimientos insuficientes sobre la prevención de accidentes dentro del hogar. El mayor número de madres tenían preuniversitario y universitario terminado y de ellas el 30%, y el 35%, respectivamente, poseían conocimientos insuficientes.

También existen fundaciones que realizan procesos de consentimiento en niños sobre el cruce peatonal. Por ejemplo la fundación MAPRE ha desarrollado cuatro juegos en línea para enseñar la seguridad de los peatones en los que los niños aprenden conceptos básicos sobre las señales de tráfico y los semáforos (Camós, J., 2017). Estos juegos también tienen el objetivo de estimular a los niños a ser conscientes de su entorno, así como pueden evaluar las situaciones de riesgo en las calles.

Otra forma de educar a los niños en la prevención de accidentes de trauma es hacer uso de asistentes robóticos para una mejor interacción humano máquina. En este contexto, Robles *et al.* (2015) presenta a RAMSES que es un asistente robótico y un entorno de soporte móvil para terapia del habla y del lenguaje, con el objetivo de ayudar a los terapeutas de habla y lenguaje durante las actividades de terapia. Este enfoque se basa en un entorno integrador en herramientas de TIC móviles, un sistema experto, una capa de conocimiento y vocabularios estandarizados para el acompañamiento en las terapias (Robles *et al.*, 2015).

Ochoa *et al.* (2015) presenta un robot autónomo de soporte y asistencia para niños con discapacidades o desórdenes de la comunicación, este tiene múltiples trajes, es capaz de brindar apoyo durante la terapia, puede gestionar la información, entre otras funcionalidades. Lee *et al.* (2015) presenta una investigación donde el robot iRobiQ fue programado con varias actividades y ejercicios para promover el desarrollo del lenguaje en niños con trastornos de la comunicación.

En este contexto, se han desarrollado ambientes completos de terapia mediante el uso de las tecnologías de la información, la electrónica y la robótica como la presenta Robles et. al en un ecosistema inteligente para apoyar el desarrollo de habilidades de comunicación social en niños con trastornos del espectro autista. El ecosistema utiliza un modelo de conocimiento que se basa en ontologías y define los principales elementos que se utilizarán para el proceso de intervención psicológica y las actividades que se llevarán a cabo durante la intervención terapéutica pueden realizarse mediante un asistente robótico y/o una sala de estimulación multisensorial (Robles *et al.*, 2016).

Los proyectos de investigación han implementado una rama como inteligencia artificial para generar sistemas recomendadores y la obtención de un nuevo conocimiento. En consecuencia, SPELTA-Miner, es un sistema experto basado en la minería de datos y clasificación multilabel para diseñar y generar planes de terapia para trastornos de la comunicación. Este sistema utiliza un enfoque basado en el procesamiento del lenguaje natural y la clasificación multietiqueta para determinar qué estrategias deben llevarse a cabo en una sesión de terapia (Robles *et al.*, 2016). Este autor también presenta un sistema experto basado en la ontología para generar planes de terapia para niños con discapacidades y trastornos de la comunicación. El sistema experto es capaz de deducir automáticamente las pautas de intervención general para niños con discapacidades y trastornos de la comunicación (Robles *et al.*, 2016).

En virtud de todo lo expuesto, se diseñó e implementó un ecosistema inteligente basado en aplicaciones lúdicas y asistentes robóticos para el soporte en la enseñanza de prevención de accidentes de trauma en niños a través de la aplicación de diferentes ramas de la ingeniería, como es la robótica, la inteligencia artificial, desarrolló móviles y servicios web, etc. Para que puedan ser accedidos por los diferentes actores de la familia y la educación. A su vez informar y concientizar de los peligros que se presentan en los diferentes ambientes del hogar, escuela, etc. tanto a los padres como a los niños y que estos últimos no tengan repercusiones en el futuro a causa de un accidente.

13.3 La función lúdica en el aprendizaje infantil

Todo proceso cognitivo parte de un esquema inicial que está compuesto por varios componentes que trabajan de manera secuencial en algunos casos, pero siempre integralmente. Dos de los principales procesos mentales que constituyen el eje de acción del individuo son el aprendizaje y la memoria, considerados para este documento como un pilar que soportará los ejercicios que se pretenden integrar en los niños que serán parte de esta investigación.

El aprendizaje puede definirse como la modificación relativamente estable y permanente de nuestra conducta o cognición como resultado de la experiencia, sin embargo, a este proceso no se lo puede concebir sin la interacción con el proceso de la memoria que se constituye en el mecanismo por el cual los nuevos conocimientos o sucesos son codificados, almacenados y, más tarde, recuperados; gracias a estos, adquirimos nuevos conocimientos, conductas y aptitudes, pero también se consideran como la base del crecimiento emocional, la adquisición de valores y actitudes e incluso de la formación de nuestra personalidad. Además, no sólo aprendemos cosas nuevas, sino que somos capaces de modificar lo aprendido para mejorarlo y adaptar de forma eficaz nuestra conducta ante diferentes situaciones y momentos.

El aprendizaje está presente a lo largo de toda la vida, no sólo en las etapas tempranas del desarrollo, en las cuales, por supuesto, es fundamental. Un niño aprende no sólo hechos y conocimiento acerca del mundo que le rodea gracias a la plasticidad cerebral, sino también de las personas que lo acompañan y de sí mismo. Por lo tanto, habrá aprendizajes que resulten más evidentes y observables que otros de carácter más sutil. Los motivos por los que aprendemos pueden ser muy diferentes ya que en ocasiones nos guían recompensas externas, y en otras tenemos razones de carácter más interno, como la satisfacción personal o la autorrealización (motivación extrínseca y motivación intrínseca).

Entonces, la experiencia racional y emocional que un niño puede ir almacenando determinará las acciones de su vida cotidiana y futura, las integraciones de patrones adecuados matizados con elementos afec-

tivos sin lugar a duda propiciarán aprendizajes que se puedan llegar a considerar significativos.

Para que un determinado aprendizaje se produzca son necesarias una serie de fases a través de las cuales la información se va analizando, procesando y almacenando antes de que se produzca una consolidación permanente de la misma que permita más adelante la recuperación.

Codificar, implica el procesamiento consciente o inconsciente, de la información a la que se atiende, con el fin de que sea almacenada posteriormente. Consiste en la transformación de los estímulos sensoriales en diferentes códigos de almacenamiento. La codificación constituye un proceso imprescindible para que la información sea almacenada, y puede producirse a partir de diferentes modalidades sensoriales, siendo más eficaz la codificación que se realiza basándose en más de una modalidad.

Almacenar o consolidar, es una fase en donde se crea y se mantiene un registro temporal o permanente de la información. El material almacenado posee en este momento una alta organización, lo que facilita el aumento en la cantidad de información que puede ser acumulada.

En la tercera y última fase que es la recuperación, se facilita el acceso y evocación de la información recopilada a partir del cual se crea una representación consciente o se ejecuta un comportamiento aprendido.

Una vez que se ha revisado el proceso de las representaciones cognitivas, no se puede dejar de lado el aspecto afectivo en los procesos de aprendizaje pues como ya se mencionó es un pilar de soporte que se vuelve necesario para impactar la adquisición de conocimientos.

A pesar de que investigaciones como las de Gessel e Ilg afirmen que «Un niño no puede decir exactamente lo que siente, incluso después que ha aprendido a hablar» se puede afirmar que la vida afectiva del pequeño está siendo cimiento de la vida afectiva del adulto; estructura, de algún modo, su carácter y personalidad.

Y, si en párrafos anteriores se propone que los procesos de aprendizaje deben llevar al niño a que genere aprendizajes significativos; no se puede subestimar esta área. Entonces, para argumentar la importancia

del desarrollo afectivo en el desarrollo intelectual se propone las teorías en las que Piaget ha puesto de relieve la existencia de «una correspondencia estrecha entre las transformaciones de la afectividad y las de las funciones cognoscitivas, es decir, una complementariedad entre estos dos aspectos inseparables de toda conducta» pero excluye toda idea de prioridad de lo afectivo sobre lo cognoscitivo. Sin embargo, Wallon sostiene la tesis contraria cuando muestra hasta qué punto aparece muchas veces el desarrollo afectivo antes que el desarrollo intelectual: «En el niño, la penuria y fragilidad de su vida intelectual tienen como contrapartida necesaria su gran emotividad», afirma en su estudio “Los orígenes del carácter en el niño”.

El juego y sus funciones

Todos los niños del mundo juegan, y esta actividad es tan preponderante en su existencia que se diría que es la razón de ser de la infancia. Efectivamente, el juego es vital, facilita un desarrollo armonioso del cuerpo, de la inteligencia y de la afectividad. Las prácticas y los objetos lúdicos son infinitamente variados y están marcados profundamente por las características individuales de cada sociedad o cultura.

Durante mucho tiempo dio la impresión de que los juegos eran la antítesis del aprendizaje. Sin embargo, la opinión popular ha cambiado durante los últimos años mostrando la conexión que existe entre los juegos y el aprendizaje. Durante la última década ambos han estado conectados mucho más de lo que parece. Los juegos ayudan a experimentar con nuevas identidades, a explorar opciones y consecuencias, y a probar nuestros propios límites. No existe una definición única del juego, sin embargo, la más utilizada es aquella formulada por Erick Erikson (1950) “el juego es una función del yo, un intento por sincronizar los procesos corporales con el sí mismo”. Al analizar la conducta de juego se pueden encontrar ciertos elementos típicos del mismo: es placentero, es intrínsecamente completo, es decir no depende de recompensas externas o de otras personas, no es instrumental, varía según las situaciones y los niños y no ocurre en situaciones nuevas o de temor.

De la misma manera se le atribuyen una variedad de funciones: aprender habilidades básicas, relajarse, liberar energía, ejercicio, dominio de

situaciones de la mente, el cuerpo y el mundo, desarrollo cognoscitivo, satisfacción de simbolismos y deseos, desarrollo de habilidades sociales, imitar papeles deseados. Sin embargo, es importante señalar que las funciones del juego anteriormente citadas son secundarias a su función de ser divertido y a lo que el niño no es totalmente consciente (Schaefer y O'Connor, 1988).

Es justamente esta falta de conciencia de los niños lo que ha inducido a los terapeutas a incorporar el juego como tratamiento, basados originalmente en las funciones intrapersonales del juego y más recientemente en sus funciones de: comunicación (terapias psicoanalíticas estructuradas y de relaciones) para promover el crecimiento del desarrollo como las interacciones interpersonales apropiadas (terapia tradicional), como medio por el que se aplican otras estrategias, por ejemplo el manejo de contingencias (terapias conductista y de establecimiento de límites). (Schaefer y O'Connor, 1988). El juego constituye una de las actividades educativas esenciales que debe encontrarse dentro del marco de la institución escolar. El juego ofrece al pedagogo dos situaciones, la primera, conocer al niño y la segunda renovar los métodos pedagógicos.

La situación de juego es un espacio educativo en el cual se transmiten tecnologías o conocimientos prácticos y conocimientos en general. En este contexto el niño mediante los juegos desarrolla habilidades sociales (Perrota *et al.*, 2013), la motivación hacia el aprendizaje (Kenny y McDaniel, 2011), una mejora en la atención, la concentración, el pensamiento complejo y la planificación estratégica (Kirriemuir y McFarlane, 2004). Incluso ayudan a interiorizar conocimientos multidisciplinarios (Mitchell y Savill-Smith, 2004), propician un pensamiento lógico y crítico y a mejorar habilidades que ayudan a resolver diversos problemas (Higgins *et al.*, 1999), desarrollar habilidades cognitivas y a la toma de decisiones técnicas (Bonk y Dennen, 2005). Por supuesto que existen límites en lo que puede hacer cualquier juego, al igual que con cualquier programa educativo, proceso o actividad. Un juego puede encajar en particular con una necesidad pedagógica específica, un público en concreto, en un conjunto de objetivos y limitaciones y, al mismo tiempo, ese juego podría no ser apropiado en un contexto diferente.

Un juego puede apoyar a ciertos estilos de aprendizaje o necesidades de cualificación, pero no a todos. Del mismo modo que se mencionan sus posibilidades, los límites también deberían de ser identificados.

Por otra parte, las actividades y los materiales lúdicos constituyen los mejores medios que dispone el niño para expresarse y los mejores testimonios a partir de los cuales el adulto puede intentar comprenderle; así también esas actividades y materiales pueden servir de fundamento de las técnicas y de los métodos pedagógicos que el docente quiere llegar a elaborar con el pensamiento puesto en ese niño cuya educación le está confiada. Hace ya cerca de dos mil años, el maestro de la retórica latina Quintiliano formulaba el deseo que “el estudio sea para el niño un juego”.

Se puede así considerar al juego como una herramienta indispensable en el contexto escolar, ya que desde esa herramienta se pueden trabajar distintos objetivos acordes al encuadre y al contexto, pues el juego puede llegar a ser terapéutico por sí mismo y también puede llegar a promover situaciones de aprendizaje. Por último, se considera al juego como el “canal” que permite establecer vínculos con los demás.

13.4 Arquitectura general del ecosistema

El ecosistema planteado se fundamenta en tres elementos principales: dos aplicaciones lúdicas interactivas (una para trabajo individual/personalizado y otra para trabajo colaborativo familiares-hijos) y un asistente robótico. Toda la información que generan estos elementos se almacena en una base de datos remota a través de un sistema de gestión de información basado en servicios web. A continuación, se presentan los detalles de cada uno de los componentes antes mencionados.

13.4.1 Subsistema de aprendizaje lúdico interactivo para el manejo inicial y prevención del trauma (trabajo personalizado)

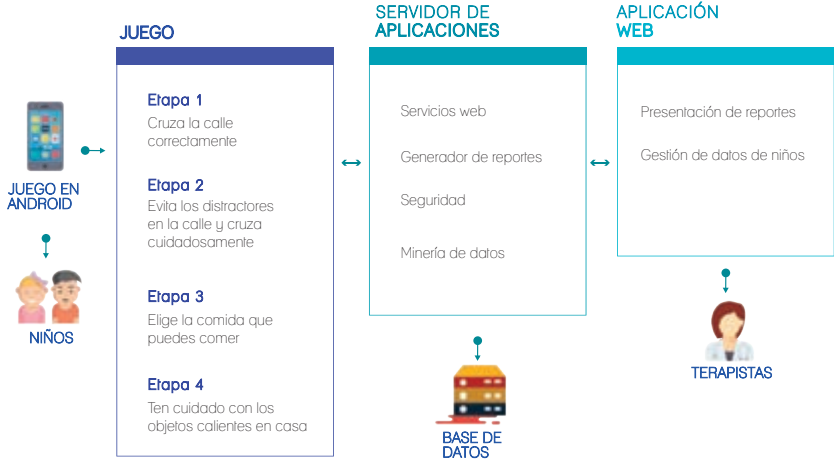
El subsistema de aprendizaje lúdico interactivo para el manejo inicial y prevención del trauma en niños fue desarrollado en favor de cumplir tres objetivos esenciales: (i) presentar situaciones potencialmente peligrosas y evocar en el niño/a conductas seguras, (ii) plantear situaciones de riesgo en la que el niño/a pueda atender la emergencia, actuar adecuadamente y cumplir las medidas para solventar dicha situación, y (iii) conocer los riesgos del entorno y situaciones peligrosas, evitando generar curiosidad o interés por los peligros de los mismos.

Crear un ambiente de aprendizaje lúdico en los niños puede ser abordado desde distintas alternativas, las más comunes incluyen talleres con juegos tradicionales y materiales didácticos; pero como el grupo focal de estudio de niños están entre las edades de 7 a 10 años, los denominados “nativos digitales”, quienes “nacieron con la tecnología bajo el brazo” y tienen una facilidad en el uso de aparatos como celulares, tablets, internet, etc., se idealizó una plataforma (subsistema) informática para el aprendizaje en la prevención de accidentes de trauma basado en juegos lúdicos.

El **subsistema de aprendizaje lúdico interactivo** está constituido por tres componentes como se muestra en la Figura 13.1: (i) un **juego móvil Android** que cuenta con actividades lúdico-pedagógicas, (ii) un **servidor de aplicaciones** que aloja los servicios web que consume la aplicación Android, los recursos para la generación de reportes, minería de datos y seguridad, y (iii) una **aplicación web**, que permite la gestión de información de usuarios, revisión estadística de los avances de cada niño y visualización de reportes.

Figura 13.1

Principales componentes de la aplicación lúdica interactiva para trabajo personalizado con niños



El primer componente está conformado por la aplicación móvil Android. El juego implementado está compuesto por cuatro niveles, cada uno de ellos basado en cumplir tres tópicos importantes: (i) Prevención de accidentes de tránsito, (ii) Prevención de intoxicaciones y (iii) Prevención de quemaduras.

Los niveles 1 y 2 se focalizan en la prevención de atropellamientos, mientras, los niveles 3 y 4 en la prevención de intoxicaciones y quemaduras respectivamente. Los niveles 1 y 2 tienen como objetivo trabajar en la impulsividad y respeto a las señales de tránsito, el nivel 3 busca enseñar las consecuencias de las intoxicaciones al ingerir alimentos dañados o sustancias peligrosas a corto y largo plazo, y el nivel 4 tiene como fin lograr que los niños/as sean capaces de identificar objetos en el hogar que les puedan causar quemaduras.

Para cumplir cada objetivo planteado en cada juego, estos deben cumplir una temática o guión previamente establecido por una experta en el área pedagogía. En el nivel 1, el jugador debe ayudar al niño a cruzar la calle correctamente, para ello, debe colocarlo adecuadamente en una zona segura junto al paso cebra y cuando el semáforo peatonal dé luz verde, proceder a cruzar; el jugador tiene un tiempo determinado para cumplir la tarea.

En el nivel 2, el objetivo es similar al nivel anterior, pero se añade la dificultad de evitar chocar con las distracciones (animales, celulares, pelotas) que se presenten durante su trayecto. El nivel 3 en su línea de trabajo, el jugador debe seleccionar sobre un tilemap los alimentos que no le puedan causar envenenamiento o intoxicaciones en el transcurso de treinta segundos; en cada desacierto se muestra la retroalimentación con el tipo de intoxicación y sus consecuencias.

Y finalmente, en el nivel 4, el niño/a tiene como misión recolectar la mayor cantidad de caramelos dentro del hogar evitando tocar los elementos que representan a los objetos que puedan causar una quemadura.

Adicionalmente, cada juego cuenta con una infografía (Figura 13.2) en formato cómic que contiene información de refuerzo de cada temática en prevención de accidentes de trauma, también por cada in-

tento al jugar en un nivel se guarda información de las acciones realizadas por el niño en su interacción con el dispositivo móvil, por ejemplo, el número de touches sobre la pantalla, tiempo de juego, etc., a fin de poder correlacionar dichos datos con actitudes de comportamiento o aprendizaje en los niños aplicando algoritmos y técnicas de minería de datos.

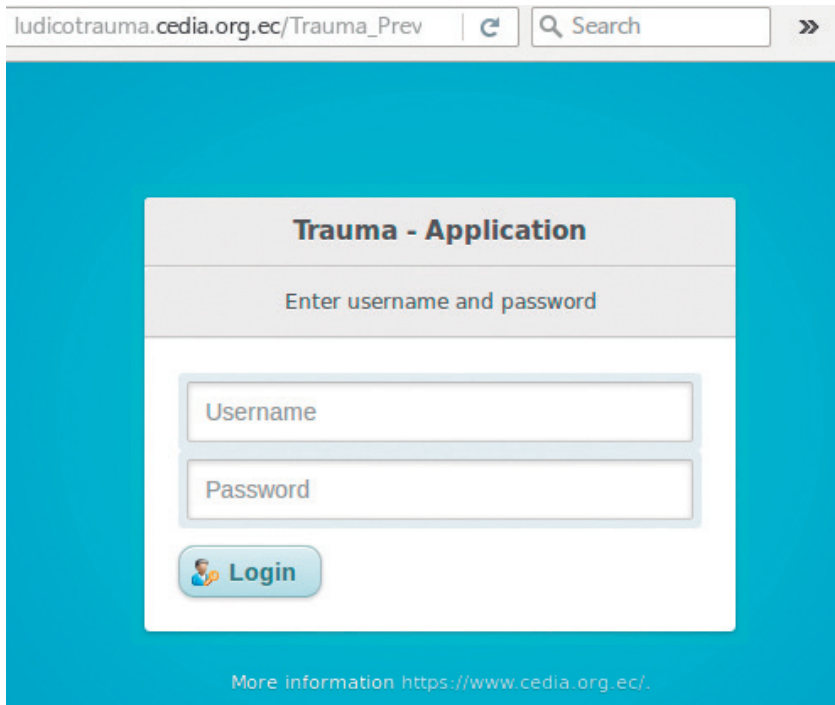
Figura 13.2
Infografía con información de refuerzo



Como segundo componente se encuentra al servidor de aplicaciones que es el encargado de guardar toda la lógica de negocio del subsistema; primero, al alojar los servicios web que permiten la sincronización de datos entre los dispositivos móviles y la base de datos; la generación de reportes generales y estadísticos con base en la información receptada; lógica de seguridad para procesos autenticación y login de usuarios; y proveer herramientas de minería de datos para aplicar procesos de *clustering* a la información de los intentos en cada juego por niño. Finalmente, el tercer componente, la aplicación web posibilita el acceso y gestión a toda la información generada (Figura 13.3).

Figura 13.3

Captura de pantalla que muestra el menú de ingreso a la aplicación web de gestión de datos




ludicotrauma.cedia.org.ec/Trauma_Prev | ↻ 🔍 Search >>

Trauma - Application

Enter username and password

Username

Password

 Login

More information <https://www.cedia.org.ec/>

13.4.2 Juego cooperativo familiar

Ttrivia es el nombre del sistema lúdico que tiene como objetivo enseñar a padres e hijos acerca de las situaciones de peligro y consejos para la prevención de accidentes de trauma, los mismos que pueden darse sea en la casa, en las calles y en cualquier parte del entorno en el cual se encuentren los integrantes de una familia. Tanto padres como hijos pueden aprender de consejos de prevención de accidentes para cuidar su integridad. Es por ello que las áreas incluidas dentro del sistema están relacionadas con quemaduras, intoxicación y accidentes de tránsito.

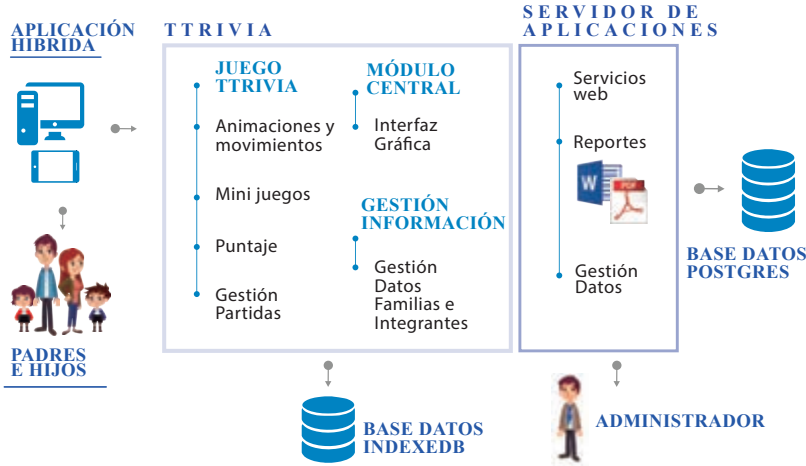
La propuesta planteada es incorporar un juego de mesa en la aplicación Ttrivia, así como los mecanismos apropiados para realizar las preguntas a los participantes del juego. A parte de que el sistema pueda uti-

lizarse desde cualquier computadora o dispositivo móvil, donde padres e hijos (6-10 años) puedan aprender de forma colaborativa, promoviendo el aprendizaje dentro de la familia y que genera un interés de los padres para cuidar la seguridad de sí mismos y sobre todo de sus hijos.

Como todo juego de mesa, se aplica el uso de dados, fichas, casillas con preguntas, casillas con comodines y trampas. Para realizar las preguntas a los participantes son el mini juego ahorcado, unscramble y trivia, que son los mecanismos aplicados en el juego Ttrivia. El objetivo del juego propuesto es pasar por todo el conjunto de casillas que están dentro del juego de mesa y el ganador será el que llegue primero a la meta.

En la Figura 13.4 se puede ver el ecosistema Ttrivia desarrollado, en el cual se puede ver los componentes principales y la forma de comunicarse entre ellos.

Figura 13.4
Diagrama de la aplicación Lúdica Ttrivia



El ecosistema TTrivia está conformado de las aplicaciones cliente, en el cual está alojada la aplicación híbrida con el juego de mesa y los módulos para la gestión de los datos. También está el servidor en donde

se recopilan las respuestas, puntajes obtenidos por cada uno de los integrantes de la familia.

La aplicación híbrida Ttrivia, está desarrollada con el uso de tecnologías html5, permitiendo que la aplicación pueda usarse de entornos web y dispositivos móviles Android. Entre los componentes principales de la aplicación están:

- **Juego Ttrivia:** en este módulo está alojado los subcomponentes que componen el juego de mesa propuesto y en el cual se tiene el control de las animaciones, generación de los minijuegos entre otras funciones. Este módulo tiene siguientes componentes:
 - **Animaciones y movimientos:** Se realizan los movimientos automáticos de cada uno de los elementos de la animación, así también, se realizan los movimientos controlados como el desplazamiento de una ficha de un jugador en función del número obtenido por el dado lanzado. También se generan las animaciones de los mensajes, si el jugador pierde o gana puntos, el nombre del jugador a quien corresponde su turno o el nombre de la persona que gana la partida.
 - **Minijuegos:** se alojan los procesos para generar cada uno de los minijuegos y también permite crear las estructuras para las pantallas comodines y trampas. Los minijuegos incluidos son trivia (Figura 13.5), ahorcado (Figura 13.6) y unscramble u ordenar el consejo (Figura 13.7).
 - **Puntajes.** Se generan los puntajes de cada uno de los participantes y se conecta con el componente animaciones para reflejar en el juego.
 - **Gestión Partidas.** Se generan los datos de la partida, donde se obtiene la información de la base de datos IndexedDB y mediante la aplicación de algoritmos inteligentes, se genera el camino con las casillas asociados a una pregunta, comodines y trampa. También guarda los datos de la partida como el tiempo que dura la partida, los puntajes obtenidos, el número de casilla alcanzado por los diferentes jugadores.
- **Gestión de la Información:** Sirve para la gestión de los datos de la familia, así como de sus integrantes, donde se puede ingresar,

actualizar y eliminar la información de cada uno de los integrantes que pertenecen a la familia.

- **Módulo Central:** Este módulo integra todos los demás módulos y con la interacción de la interfaz gráfica, los jugadores pueden interactuar con cada una de las funcionalidades de la aplicación y el juego en sí.

El administrador del sistema puede tener acceso a la información con respecto al resultado de las partidas, los puntajes de todos los participantes y también puede generar reportes. Estas funcionalidades están en la aplicación web que está en servidor. En los reportes se puede ver los puntajes de todos los jugadores y también un análisis realizado por área (intoxicación, quemaduras, accidentes de tránsito).

Para el envío de información de los resultados de las partidas, los datos de las familias creadas hacia el servidor, se realiza mediante web services, así también, se hace uso de esta tecnología para descargar y guardar la información en la aplicación móvil.

Figura 13.5

Trivia - minijuego Trivia

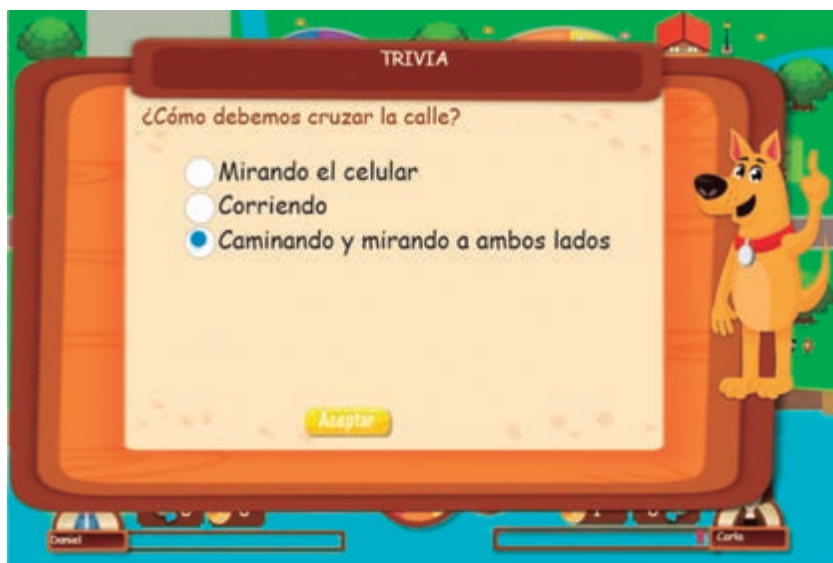


Figura 13.6
Ttrivia - minijuego Ahorcado



Figura 13.7
Ttrivia - minijuego Unscramble



13.4.3 Robot para talleres sobre la prevención de trauma

La aplicabilidad de conceptos básicos en el diseño electromecanismos programables permiten el uso de asistentes robóticos de tamaño reducido en procesos de enseñanza sobre prevención de accidentes de trauma, los cuales vienen a ser un complemento clave para afianzar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Se plantea el diseño y construcción de un asistente robótico 6% de bajo coste; el cual cuenta dentro de sus parámetros de funcionalidad actividades responsivas básicas ante la manipulación del juego interactivo, así como también, la ejecución de instrucciones pertenecientes al taller de prevención de accidentes de trauma que se realizarán con los infantes.

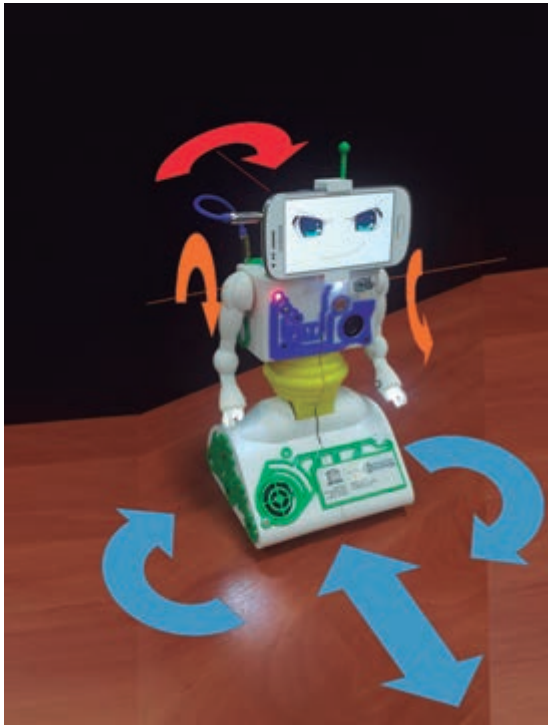
La conectividad del robot permite que este sea manipulado remotamente por protocolo de comunicación bluetooth desde un dispositivo Android.

En la parte superficial y tangible del robot se cuenta con elementos de interacción, como, por ejemplo: una pantalla multimedia en donde se ejecuta una aplicación que comunica al robot los movimientos, diálogos y acciones a realizar, estas instrucciones vienen dadas con gestos y guiones preestablecidos. Y como complemento, los botones y luces en sus manos sirven como actuadores e indicadores respectivamente durante el proceso de interacción.

Su diseño en sí es agradable y llama la atención de los asistentes en el taller. Internamente el robot consta de un microprocesador que permite el manejo de periféricos de manera secuencial en periodos establecidos. La comunicación hacia el dispositivo Android es constante y funciona de manera paralela al juego interactivo. Los controladores digitales programados permiten la manipulación de la posición y velocidad de los motores encargados de los movimientos de las articulaciones como se indica en la Figura 13.8.

Figura 13.8

Grados de libertad e indicadores de movimiento del asistente robótico



La programación del cerebro del robot se lo realiza en el dispositivo Android en donde se encontrará una aplicación que tendrá en su multimedia el rostro del robot con sus distintos gestos, voz y botones de interacción y sus respectivos comandos que serán enviados al mismo para que se efectúen las respuestas correspondientes.

13.5 Experimentación y resultados

Inicialmente se realizó un conjunto de pruebas piloto en el centro “Pequeños Científicos” para obtener las primeras impresiones de los niños respecto a los tres primeros juegos virtuales desarrollados (del juego de aprendizaje personalizado). La edad de los menores estaba entre los 6 a 12 años.

A los pequeños se les pidió evaluar tres aspectos principales de los distintos juegos: claridad de las instrucciones, entretenimiento y capacidad para transmitir los conocimientos planteados. Durante las pruebas de campo, se observaron algunos detalles a partir del desempeño de cada uno de los niños y de sus comentarios. Se detectaron algunos errores y varios aspectos a mejorar para facilitar el uso de las aplicaciones. Entre los errores destacables se detectó:

- Confusión respecto al color del semáforo peatonal, pues hubo complicaciones con la señal de un semáforo vehicular.
- La velocidad del juego debería incrementar de manera aleatoria o con base en reglas ya preestablecidas, por ende, su complejidad.
- Simplificar el uso de botones de movimiento, con un mismo botón se podrían realizar dos acciones.
- El personaje no debe tener la capacidad saltar sobre los automóviles.
- Las instrucciones no son claras en cada uno de los juegos.
- Añadir límites de tiempo para completar cada juego, con la posibilidad de incrementar o disminuir en función de reglas.

Este experimento piloto, ayudó a mejorar características de jugabilidad y la capacidad de entretener-enseñar en cada uno de los juegos. Además, contribuyó a la selección de las variables de medición a guardar y procesar.

El taller de prevención de trauma para niños fue desarrollado en la Unidad Educativa Ezequiel Crespo con el apoyo de la experta en el área de pedagogía. El cronograma de actividades del taller fue dividido en tres partes:

- Aplicación de un primer taller usando contenido multimedia y juegos didácticos.
- Desarrollo del segundo taller con el uso de los juegos móviles
- Evaluación de conocimientos y reporte final.

Para la aplicación del taller se escogieron dos grupos de 30 niños y de distintos paralelos para cada experimento.

En el primer experimento se buscó la intervención activa de los niños, y mediante juegos tradicionales como la rayuela, una variante del juego “veo veo”, y un juego de roles focalizado al tráfico vehicular, se enseñó a los menores la importancia de usar el paso cebra para cruzar la calle, el buen uso del semáforo peatonal y el significado de sus colores, los efectos de ingerir alimentos caducados o sustancias tóxicas en el cuerpo humano, y las consecuencias de jugar con objetos inflamables o calientes ubicados dentro y fuera del hogar.

El material empleado tuvo características similares al empleado en la multimedia de las aplicaciones móviles. En el segundo experimento, cada uno de los niños tenían un total de 25 a 30 minutos para completar los distintos juegos; primero debían leer el comic, por consiguiente las instrucciones y finalmente jugar. La duración del taller fue de aproximadamente dos semanas debido a la cantidad de niños y sus horarios de clase.

Para evaluar los conocimientos aprendidos, se desarrolló una encuesta que contenía la información en cuanto a accidentes de tránsito, intoxicaciones y quemaduras que el niño debía aprender al realizar los distintos experimentos. Los resultados se muestran en la Tabla 13.1 y las Figuras 13.9, 13.10 y 13.11:

Tabla 13.1

Resultados de las encuestas en las áreas de estudio sobre un valor de 100

Curso	PRIMER EXPERIMENTO			SEGUNDO EXPERIMENTO		
	Atropella- miento	Intoxica- ciones	Quema- duras	Atropella- miento	Intoxica- ciones	Quema- duras
Tercero	66.67	51.11	47.62	87.88	83.64	77.92
Cuarto	87.88	78.18	81.82	86.67	42.00	80.00
Quinto	90.48	90.00	83.67	93.33	80.00	92.86

Figura 13.9

Gráfica de barras con los resultados del tercer año de básica

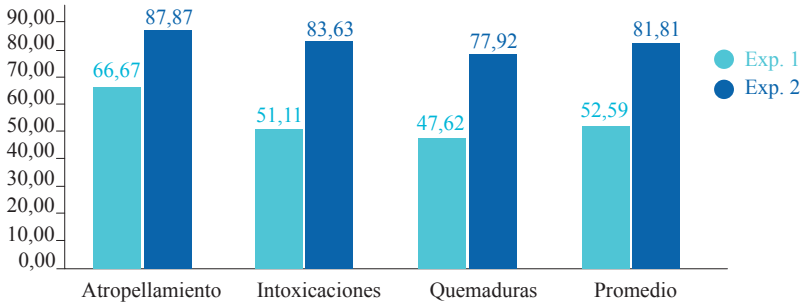


Figura 13.10

Gráfica de barras con los resultados del cuarto año de básica

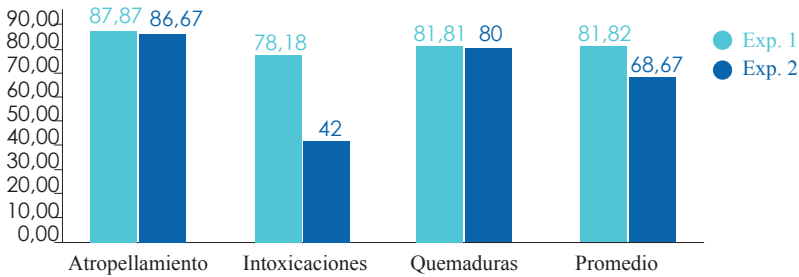
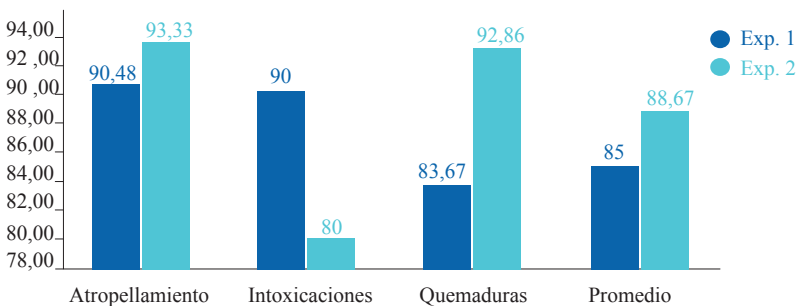


Figura 13.11

Gráfica de barras con los resultados del quinto año de básica



La efectividad del taller con base en los resultados de las encuestas comprende un valor del 73,14% y 79,12% tanto en el primer y segun-

do experimento respectivamente, por lo tanto, el uso de juegos móviles para el taller de prevención es mejor en 6 puntos porcentuales respecto al emplear únicamente juegos tradicionales.

13.6 Conclusiones

Aunque existen varios trabajos relacionados para la prevención de accidentes de trauma y juegos interactivos para la enseñanza, la mayoría de ellos son accedidos a través de un explorador web, dejando de lado las nuevas tecnologías emergentes y de fácil adquisición como los dispositivos móviles. Es por ello que esta aplicación permite acceder mediante dispositivos móviles con cualquier sistema operativo debido al gran número de dispositivos que cuentan con esta tecnología.

Se evidenció que a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), se puede concientizar a los niños sobre la forma correcta de cruzar las calles, los principales elementos de intoxicación dentro de los hogares y las principales formas de sufrir quemaduras todo esto con el uso de juegos lúdicos interactivos. En consecuencia, se utilizó los dispositivos móviles que permiten una vía de difusión y globalización de la aplicación.

Es importante destacar que los consejos de prevención de accidentes pueden fácilmente ser escalados y agregar nuevos conceptos. Sin embargo, una vez que se realizó las primeras pruebas de la aplicación, se observó que TTrivia genera varios beneficios entre los cuales se destacan:

Educación interactiva dirigida a la familia para prevención de accidentes.

Desarrollo de herramientas lúdicas aplicadas a la realidad en la que vivimos.

El juego puede usarse desde cualquier computadora o dispositivo móvil.

Por otro lado, los resultados son bastante prometedores al usar los juegos lúdicos interactivos con respecto a la enseñanza tradicional, obteniendo en promedio un 6% de mejora en la adquisición de cono-

cimientos. En virtud de ello, se proponen nuevos niveles que amplíen los conocimientos de accidentes dentro del hogar y juegos familiares en donde los niños interactúen con los padres y se mejoren las relaciones intrafamiliares.

De igual forma, se debe destacar que los niños se sienten motivados al trabajar con aplicaciones móviles, ya que reciben un proceso de aprendizaje basado en entornos lúdicos en los que sienten que están recibiendo clases.

Finalmente, con el uso de técnicas de inteligencia artificial al sistema le permite la generación de planes de trabajo y refuerzo para cada niño, con el objetivo de mejorar la adquisición del conocimiento. También con base en los perfiles de niños y la recopilación de indicadores del juego, el sistema permite generar métricas para los educadores, y con esta información mejorar los procesos y métodos de enseñanza del tópico para futuros trabajos.

13.7 Referencias

- Achana, F. A., Sutton, A. J., Kendrick, D., Wynn, P., Young, B., Jones, D. R., & Cooper, N. J. (2015). The effectiveness of different interventions to promote poison prevention behaviours in households with children: a network meta-analysis. *PLoS one*, *10*(4), e0121122.
- Arbogast, H., Burke, R. V., Muller, V., Ruiz, P., Knudson, M. M., & Upperman, J. S. (2014). Randomized controlled trial to evaluate the effectiveness of a video game as a child pedestrian educational tool. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, *76*(5), 1317-1321.
- Camós, J. (2017). *Educación Vial: cuatro juegos para niños de 6 a 11 años. Circula Seguro*. Retrieved 6 March 2017, from <http://www.circulaseguro.com/educacion-vial-cuatro-juegos-para-ninos-de-6-a-11-anos/>
- Contreras, R. (2016). Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *27*.
- Díaz, F. J., Queiruga, C. A., & Fava, L. A. (2004). EGB-Virtual: el juego didáctico en el aprendizaje. In *X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- Didactalia: material educativo (2011). *Didactalia.net*. Retrieved 6 March 2017, from <https://didactalia.net/comunidad/materialeducativo/recurso/teo-y-bea-un-dia-en-casa>

- Dunwell, I., de Freitas, S., Petridis, P., Hendrix, M., Arnab, S., Lamer, P., & Stewart, C. (2014). A game-based learning approach to road safety: the code of everand. *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, 3389-3398
- Franco Royo, Teresa. *Vida afectiva y educación infantil*. Madrid, ES: Narcea Ediciones, 2011. ProQuest ebrary. Web. 22 May 2017.
- H. Lee, y Hyun, E. (2015). The intelligent robot contents for children with speech-language disorder. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 100-113,
- Mapfre, F. (2015). *Seguridad y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/nEspecial2010/capitulo6.3.html>
- Martínez Pérez, M., Gutiérrez Higuera, H., Alonso Cordero, M. E., & Hernández Rodríguez, L. (2015). Conocimientos de un grupo de madres sobre prevención de accidentes en el hogar. Knowledge of a group of mothers about prevention of accidents at home. *Revista de Ciencias Médicas. La Habana*, 21(2).
- Muñoz Marrón, Elena, and Perriñez Morales, José Antonio (2013). *Fundamentos del aprendizaje y del lenguaje*. Barcelona, ES: Editorial UOC. ProQuest ebrary. Web. 18 May 2017. Editorial UOC.
- OMS (2008). *Informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños*. Obtenido de http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=19705&Itemid=270&lang=en
- Peden, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, J., Hyder, A. A., Branche, C., Rahman, A. F., & Bartolomeos, K. (2012). *Informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños*. Washington, DC: Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. UNICEF.
- Robles-Bykbaev, V. E., Lopez-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Garcia-Duque, J. (2015, May). RAMSES: a robotic assistant and a mobile support environment for speech and language therapy. In *Innovative Computing Technology (INTECH), 2015 Fifth International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., Galán-Mena, J. A., Wong, V. C. L., Quisiperalta, D., Lima-Juma, D., & Pazos-Arias, J. J. (2017). An Intelligent Ecosystem to Support the Development of Communication Skills in Children with Autism: An Experience Based on Ontologies, Multi-Sensory Stimulation Rooms, and Robotic Assistants. In *Smart Technology Applications in Business Environments* (pp. 109-133). IGI Global.
- Robles-Bykbaev, V., Quisiperalta, D., López-Nores, M., Gil-Solla, A., & García-Duque, J. (2016, April). SPELTA-Miner: An expert system based on data mining and multilabel classification to design therapy plans for

- communication disorders. In *Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 2016 International Conference* (pp. 280-285). IEEE.
- Robles-Bykbaev, V. E., Guamán-Murillo, W., Quisi-Peralta, D., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & García-Duque, J. (2016, October). An ontology-based expert system to generate therapy plans for children with disabilities and communication disorders. In *Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM), IEEE*, 1, pp. 1-6. IEEE.
- Schaefer, Ch. y OConnor K. (1988). *Manual de Terapia de Juego*. México: Editorial El Manual Moderno S.A.
- Timbi-Sisalima, C., Robles-Bykbaev, V., Guiñansaca-Zhagüi, E., Capón-Albaracín, M., & Ochoa-Arévalo, G. (2015). ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad. *Perfiles educativos*, 37(149), 187-202.
- UNESCO (1980). *El niño y el juego: planteamientos teóricos y aplicaciones pedagógicas*. Francia.

PARTE 3

Glosario

ACS:	American College of Surgeons.
Aula invertida:	Aprendizaje mixto o semipresencial, que permite la implementación de saberes desde lo colectivo hacia lo individual.
Aula virtual:	Espacios académicos que cuentan con recursos tecnológicos, los cuales contribuyen al aprendizaje en línea.
AVPP:	Años de Vida Potencialmente Perdidos.
Bactericidas:	Agentes antibacterianos capaces de provocar lisis o destrucción bacteriana definitiva de los microorganismos causantes de la infección como betalactámicos, aminoglucocidos, rifampicina, glicopeptidos.
Bacteriostáticos:	Agentes antimicrobianos que impiden el desarrollo y multiplicación de los microorganismos, no los destruyen y requieren el complemento del sistema inmunológico defensivo del huésped.
B-learning:	Forma de enseñanza en la que se mezcla lo presencial con lo virtual.
CICCATED:	Coalición Intersocietaria para la certificación y la categorización y acreditación institucional en Trauma, Emergencia y Desastre, para la Categorización de centros para la atención del paciente traumatizado en la República Argentina.
DICREVOA:	Metodología para el diseño, creación y evaluación de objetos de aprendizaje.
E-learning:	Tipo de enseñanza con uso de la tecnología de una manera libre, interactiva y flexible sin que exista la presencia de un tutor en el mismo lugar geográfico.
Escollo:	Problema o dificultad que obstaculiza el desarrollo de una actividad o proceso.
FASBASE:	Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador.
GETC:	Guías de cuidado esencial en trauma.
IATSIC:	(International Association for Trauma surgery and intensive Care). Asociación Internacional para la cirugía del Trauma y Cuidado Intensivo Quirúrgico.
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
ITSDP:	International Trauma System Development Program.
MIURA:	Modelo Integrado para el Uso Racional de Antimicrobianos.

MOOC:	Acrónimo de Massive Online Open Courses que se entiende por cursos virtuales masivos abiertos, que figuran como elementos de capacitación y son utilizadas por cientos de universidades en el mundo.
MOODLE:	Software que permite la creación de entornos de aprendizaje (aulas virtuales) en línea.
Neurología:	Especialidad dentro de la medicina, que contribuye al tratamiento de trastornos o traumas a nivel de sistema nervioso central, periférico o autónomo.
Objeto de Aprendizaje:	Recurso digital reutilizable que sirve de apoyo al proceso educativo pero que debe disponer de un objetivo, de un contenido y de una evaluación.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
Politraumatismo:	Asociación de múltiples lesiones traumáticas producidas por un mismo accidente y que es de riesgo vital para el paciente.
Pre-hospitalario:	Escenario de atención brindada previo la llegada a un centro hospitalario.
Primeros auxilios:	Evaluación y medidas terapéuticas iniciales que pueden ser realizadas por una persona entrenada o la misma víctima, en diversas urgencias y emergencias médicas, generalmente en el lugar donde ocurrió el evento y con mínimo equipo médico.
PTCS:	Prehospital Trauma Care System
Repositorio Virtual:	Archivo para el almacenamiento de información o recursos digitales.
Shock:	Estado corporal que se da cuando no existe aporte suficiente de sangre a los tejidos y, por tanto, no llega oxígeno a los órganos para sus funciones, produciéndose un fallo multiorgánico.
SIS 9-1-1:	Sistema Integrado de Seguridad 9-1-1.
SNC:	Sistema Nervioso Central.
SPT:	Sociedad Panamericana de Trauma.
TEC:	Traumatismo encéfalo craneano.
Telemedicina:	Uso de las Tecnologías de la información y comunicación para proporcionar y facilitar los servicios de salud.
TIC:	Tecnologías de la información y comunicación.
TT:	Trauma torácico.

Área de Ciencia y Tecnología
Carrera de Ingeniería de Sistemas
Carrera de Computación
Carrera de Ingeniería Electrónica
Carrera de Telecomunicaciones

Área de Ciencias Sociales y
del Comportamiento Humano
Carrera de Psicología

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías
de apoyo para la Inclusión Educativa y
Grupo de Investigación en Telemática
y Telecomunicaciones

La Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia, CEDIA, promueve la exploración y resultados de proyectos innovadores que vinculan a instituciones ecuatorianas. A inicios del año 2014, CEDIA conformó grupos de trabajo en varias áreas de interés; una de ellas fue Telemedicina y Telesalud debido al gran impacto que tiene dentro de la investigación. Este grupo cuenta con la participación de seis universidades ecuatorianas: Universidad de Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Católica de Cuenca, Universidad del Azuay, Universidad Regional Autónoma de los Andes y Universidad Nacional de Chimborazo. El objetivo de este Grupo de Trabajo es fortalecer, impulsar y motivar actividades de investigación, entre las instituciones miembros de CEDIA en bienestar de la comunidad.

En este libro se visualiza el trabajo realizado por el Grupo de Trabajo en temas de trauma utilizando múltiples formas de tecnología, desde aplicaciones móviles, e-learning, objetos de aprendizaje, hasta sistemas de recolección automatizada de datos; desarrollando programas que impactan en la atención de la salud en el área pre-hospitalaria, prevención de lesiones, registro de trauma, modalidades de educación y aprendizaje, mediante el uso de las TIC.

