

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**



**SISTEMA WEB DE TRANSMISIÓN EN VIVO DE PROCEDIMIENTOS  
DENTALES EN HOSPITALES DE BAJA MEDICAL EN MEXICALI**

**CASO PRÁCTICO QUE  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA  
COMUNICACIÓN**

**PRESENTA:**

**EDGAR ALEXIS MANZO VEGA**

**Mexicali, B.C.**

**Agosto de 2014**

## Constancia de aprobación

## **Agradecimientos**

A mi madre y a mi hermano, por su apoyo incondicional y sus consejos. A mi directora de tesis, que me orientó para desarrollar correctamente este proyecto. Y a aquellos amigos y compañeros que me han brindado su ayuda.

## **Resumen**

Los sistemas de transmisión de audio y video han sido implementados en diversas áreas científicas y laborales, con fines educativos, informativos, recreativos, de comunicación, entre otros. Gracias a la demanda de turismo médico y de salud que atrae a un estimado de 450 mil turistas anualmente, se busca implementar este tipo de sistema en el área médica, concretamente a consultorios dentales, con fines informativos y bajo términos de manejo de dicha información de manera privada y con base en leyes y tratados de cooperación en intercambio de información clínica, con el fin de crear una evidencia sobre consultas reales por parte de ciudadanos americanos asegurados. El presente documento comprende el desarrollo de un caso práctico sobre el desarrollo de un sistema web de transmisión en vivo y sobre demanda de procedimientos dentales en hospitales del programa de turismo médico en la ciudad de Mexicali, B.C.

*Palabras clave:* Transmisión en vivo, web, odontología, turismo médico.

## **Tabla de Contenidos**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Introducción</b>                     | <b>1</b>  |
| 1.1 Antecedentes                          | 1         |
| 1.2 Planteamiento del problema            | 6         |
| 1.3 Justificación                         | 7         |
| 1.4 Objetivos                             | 10        |
| 1.4.1 Objetivo general                    | 10        |
| 1.4.2 Objetivos específicos               | 10        |
| 1.5 Alcances y limitaciones               | 11        |
| 1.5.1 Alcances                            | 11        |
| 1.5.2 Limitaciones                        | 11        |
| 1.6 Terminología                          | 11        |
| <b>2 Marco Teórico</b>                    | <b>12</b> |
| 2.1 Introducción                          | 12        |
| 2.2 Internet                              | 12        |
| 2.2.1 World Wide Web                      | 13        |
| 2.2.2 Hipertexto                          | 14        |
| 2.2.3 Lenguajes de programación web       | 15        |
| 2.2.4 Aplicaciones web                    | 15        |
| 2.2.5 Opciones de hospedaje de sitios web | 16        |
| 2.3 Transmisión de medios                 | 17        |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.1 Transmisión en vivo y sobre demanda                               | 19 |
| 2.3.2 Estándares de compresión  | 22 |
| 2.3.3 Protocolos de transmisión   | 23 |
| 2.3.4 Situación actual en transmisiones en vivo y sobre demanda         | 24 |
| 2.3.5 Elementos que componen un sistema de transmisión de medios        | 25 |
| 2.3.6 Alternativas para implementar un sistema de transmisión de medios | 27 |
| 2.3.7 Cámaras   | 27 |
| 2.3.7.1 Logitech Broadcaster WI-FI Webcam                               | 27 |
| 2.3.7.2 Google Glass  | 28 |
| 2.3.7.3 Nikon P520  | 29 |
| 2.3.7.4 Vistacam iX   | 29 |
| 2.4 Programas de salud en México en los que se han implementado las TI  | 30 |
| 2.4.1 e-salud   | 30 |
| 2.4.2 Telemedicina  | 31 |
| 2.4.3 La implementación de la telemedicina en México                    | 32 |
| 2.5 Programa de Turismo Médico en México                                | 34 |
| 2.6 Programa de Turismo Médico en Mexicali                              | 37 |
| 2.7 Odontología   | 40 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.8 Ingeniería de software                                 | 42        |
| 2.9 Modelos de Proceso de Software                         | 43        |
| 2.9.1 Modelo en cascada                                    | 44        |
| 2.9.2 Desarrollo evolutivo                                 | 45        |
| 2.9.3 Entrega incremental                                  | 46        |
| 2.9.4 Modelo en espiral                                    | 47        |
| 2.9.5 Rational Unified Process (RUP)                       | 48        |
| 2.9.6 Métodos de desarrollo ágil                           | 49        |
| <b>3 Metodología</b>                                       | <b>51</b> |
| 3.1 Sujetos  | 51        |
| 3.2 Rational Unified Process (RUP)                         | 51        |
| 3.3 Equipo de transmisión de video en vivo y sobre demanda | 53        |
| 3.3.1 Hardware para transmisión de video                   | 55        |
| 3.3.1.1 Cámara de video                                    | 55        |
| 3.3.1.2 Equipo de cómputo                                  | 55        |
| 3.3.1.3 Conexión a Internet                                | 55        |
| 3.3.2 Software para transmisión de video                   | 55        |
| 3.3.2.1 Apache Http Server                                 | 55        |
| 3.3.2.2 Adobe Media Server                                 | 56        |
| 3.3.2.3 Amazon Web Services                                | 56        |
| 3.3.2.4 Web Media Live Encoder HD                          | 57        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.2.5 PHP                             | 58        |
| 3.3.2.6 Navegador web                   | 58        |
| <b>4 Resultados</b>                     | <b>59</b> |
| <b>5 Conclusiones y Recomendaciones</b> | <b>65</b> |
| <b>6 Referencias</b>                    | <b>66</b> |

## **Lista de Figuras**

### **1 Introducción**

- Figura 1.1 Comparativa entre métodos de enseñanza tradicionales y con ayuda de sistemas de live streaming (Bridge et al., NIH, 2009) 2
- Figura 1.2: Los Google Glass pueden ser utilizados para transmitir procedimientos médicos en tiempo real a través de Internet (CNN México, 2013) 4
- Figura 1.3: Los sistemas de seguridad de Honeywell incluyen cámaras en circuito cerrado (Honeywell Inc., 2013) 5
- Figura 1.4: Audi le muestra a detalle el servicio de mantenimiento a los autos de sus clientes (Audi AG, 2013) 6

### **2 Marco Teórico**

- Figura 2.1: El Ing. Douglas Engelbart, pionero de las telecomunicaciones (CNN México, 2013) 18
- Figura 2.2: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia sobre demanda (Girod, Universidad de Stanford, s.f.) 26
- Figura 2.3: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia en vivo (Girod, Universidad de Stanford, s.f.) 26
- Figura 2.4: Logitech Broadcaster WI-FI Webcam (Logitech, 2013) 28
- Figura 2.5: Los nuevos Google Glass (Google Inc., 2013) 28
- Figura 2.6: Nikon COOLPIX P520 (Nikon Inc., 2013) 29
- Figura 2.7: Vistacam iX (Dürr Dental, 2013) 30
- Figura 2.8: Funcionarios del gobierno federal presentando el programa de turismo médico en México 35

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.9: Ganancias de 2006 a 2012 por concepto de turismo médico (Pro México & Euromonitor data, 2013)   | 36 |
| Figura 2.10: El sitio web de COTUCO muestra la guía médica del programa de Turismo Médico en Mexicali, B.C (COTUCO, 2013)                                   | 38 |
| Figura 2.11: Los hospitales parte del programa de Turismo Médico atienden a miles de pacientes de Estados Unidos y Canadá al año (The New York Times, 2012) | 39 |
| Figura 2.12: Modelo de cascada (Royce, 1970)  | 45 |
| Figura 2.13: Desarrollo evolutivo   | 46 |
| Figura 2.14: Entrega incremental (Mills et al., 1980)   | 46 |
| Figura 2.15: Modelo en espiral (Boehm, 1988)  | 47 |
| Figura 2.16: Gráfica de modelo iterativo de RUP (Rational Software, 1998)   | 49 |
| <b>3 Metodología</b>  |    |
| Figura 3.1: Gráfica de modelo iterativo de RUP (Rational Software, 1998)  | 52 |
| Figura 3.2: Diagrama de casos de uso del sistema  | 53 |
| Figura 3.3: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia sobre demanda (Girod, Universidad de Stanford, s.f.)   | 54 |
| Figura 3.4: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia en vivo (Girod, Universidad de Stanford, s.f.)   | 54 |
| <b>4 Resultados</b>   |    |
| Figura 4.1: Logotipo para el sistema VSDC, diseñado por Alexis Manzo  | 59 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 4.2: Pantalla de Log in   | 59 |
| Figura 4.3: Pantalla para agregar una consulta nueva   | 60 |
| Figura 4.4: Agregar una consulta nueva   | 61 |
| Figura 4.5: Pantalla para ligar transmisión de video a los datos de la consulta                                  | 62 |
| Figura 4.6: Lista de expedientes de los pacientes  | 62 |
| Figura 4.7: Expediente electrónico del paciente  | 63 |
| Figura 4.8: Visualización en video sobre demanda de la consulta previamente registrada (Cargando búfer)          | 64 |
| Figura 4.9: Visualización en video sobre demanda de la consulta previamente registrada (Video capturado en vivo) | 64 |

# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

Los primeros avances sobre multidifusión de multimedia (transmitir una señal a través de un cable a diversos receptores simultáneamente) datan de principios de la década de 1920, cuando George O. Squier patentó un sistema de transmisión de audio por medio de cables, a diferencia de los sistemas de radio y televisión, que funcionaban a través del aire. Dicho sistema tuvo el nombre de Muzak. Posteriormente, esta clase de servicios fueron trasladados a sistemas de computación. Sin embargo, existían limitaciones para su uso como los altos costos y el bajo rendimiento del hardware. Fue a partir de finales de 1980 y la década de 1990 que las computadoras personales fueron suficientemente potentes para desplegar diferentes tipos de medios. A pesar de estos avances, las redes de computadoras eran aún limitadas, y los medios eran enviados comúnmente por canales de no-transmisión, como lo es descargar un archivo desde un servidor remoto y guardarlo en la unidad de disco duro para después ser reproducido en la computadora (Bucknall, 2012).

Fue en la década de los 90's que las redes contaban ya con mayor ancho de banda, además aumentó el acceso a estas redes, se crearon protocolos de comunicación estandarizados, y se logró una mayor comercialización del Internet, o también conocida como "la red de redes". La primera transmisión en vivo de un evento a través del Internet, en este caso un evento musical, se llevó a cabo el 24 de junio de 1993 en las instalaciones de la compañía Xerox PARC, dicho evento se pudo ver en diferentes países alrededor del mundo. A partir de este evento, se han transmitido partidos de beisbol, conciertos entre otra clase de eventos (Strauss, 1994).

Posteriormente, la transmisión de multimedia se aplicó en el área médica. Un caso se dio en 2002 por medio del Instituto de Salud de Estados Unidos, concretamente en la Escuela de Medicina de la Universidad Pública Wayne ubicada en Detroit, Michigan. Se trata de la transmisión de procedimientos médicos e intervenciones quirúrgicas con fines académicos. Desde hace varios años, el Instituto de Salud de

los Estados Unidos ha hecho investigaciones sobre la efectividad que tiene el uso de medios de transmisión en línea de procedimientos médicos con fines de aprendizaje. El objetivo del uso de esta tecnología en los quirófanos es mostrar la forma en que se hacen las cirugías y demás actividades médicas a los estudiantes, sin necesidad de que se encuentren presentes en el lugar y momento de las mismas. Aunque la tecnología no sustituye los métodos de enseñanza en vivo y en persona, ésta tiene sus ventajas, entre ellas permite grabar y almacenar las cirugías para posterior referencia, y además permite a los estudiantes revisarlas en más de una ocasión, en caso de que requieran observar detalles. Se descubrió que, gracias a estas ventajas, los alumnos de medicina lograron obtener mejores calificaciones, comparadas con las de los alumnos que siguieron los métodos tradicionales de ver en vivo los procedimientos (Bridge, Jackson & Robinson, 2009). En la figura 1.1 se muestran los resultados en promedio de 3 grupos sobre las calificaciones en sus Exámenes de Admisión al Colegio Médico (MCAT, por sus siglas en inglés): El primer grupo no recibió clases por medio de transmisión en línea; el grupo dos recibió clases por este medio sólo el segundo de dos años; el grupo tres recibió clases por dos años.

Figura 1.1: Comparativa entre métodos de enseñanza tradicionales y con ayuda de sistemas de live streaming (Bridge et al., NIH, 2009).



From: [Med Educ Online 2009, 14, 11](#)  
 Published online 2009 August 19. doi: 10.3885/meo.2009.Res00311  
[Copyright/License](#) | [Request permission to reuse](#)

**Table 1.**

Group comparison of MCAT scores and Step 1 scores

| MCAT/Step 1 Variables     | Group 1: No streaming (n = 499) | Group 2: Streaming offered only in Year 2 (n = 240) | Group 3: Streaming offered in Year 1 and 2 (n = 997) | Jonckheere-Terpstra Test |
|---------------------------|---------------------------------|---|--|--------------------------|
|                           | Mean/SD                         | Mean/SD   | Mean/SD  |                          |
| MCAT: Verbal              | 8.94±1.85                       | 8.72±1.84   | 9.04±1.85  | p≤.359                   |
| MCAT: Physical Sciences   | 9.62±1.98                       | 9.44±1.90   | 9.70±1.85  | p≤.837                   |
| MCAT: Biological Sciences | 9.84±1.81                       | 9.77±1.58   | 9.93±1.63  | p≤.423                   |
| MCAT: Total               | 28.39±4.72                      | 28.01±4.27  | 28.67±4.18   | p≤.645                   |
| Step 1 Scores             | 210±26.46                       | 212±25.43   | 215±23.79  | p≤.000                   |

En los últimos años, además de resolver la problemática de la distancia, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) se han utilizado para difundir al público en general diversos tipos de cirugías con fines informativos y educativos, a través de las redes sociales.

El 9 de mayo de 2012, El Hospital Houston Memorial Hermann, en Estados Unidos, transmitió por primera vez una cirugía de cerebro mediante Twitter, YouTube y Pinterest. En la operación se removió un tumor cerebral de un paciente. Todo el proceso: desde la preparación para la cirugía, la remoción de una parte del hueso del cráneo y el tumor, pudo ser observada en la cuenta de Twitter del hospital @houstonhospital o usando el hashtag #MHbrain. El objetivo principal de esta transmisión fue mostrar a las personas qué es lo que pasa en este tipo de intervenciones quirúrgicas. Los internautas tuvieron la oportunidad de hacerle preguntas al médico Scott Shepard, director del programa de radiocirugía mediante remoción Gamma, quien estuvo fuera del quirófano y respondió los cuestionamientos del público virtual, de acuerdo con la página del hospital. La operación tuvo una duración de alrededor de cuatro horas. El equipo en quirófano estuvo liderado por el médico Dong Kim. El hospital Houston Memorial transmitió en febrero de este año una cirugía de corazón en tiempo real desde Twitter (CNN México, 2012).

Un caso más reciente, se dio en Madrid, España en junio de 2013, en donde el médico cirujano Pedro Guillén transmitió en directo una cirugía a médicos de Estados Unidos, Europa y Australia utilizando el gadget de reciente lanzamiento Google Glass.

"No me han molestado nada (...) Me he olvidado de las gafas", dijo Pedro Guillén, jefe del Servicio de Traumatología de la Clínica CEMTRO de Madrid, donde se realizó con éxito la operación de una hora y media de duración. El nuevo aparato de Google, que todavía no se vende a público, consiste en una mezcla de computador portátil y gafas que puede grabar video y navegar por internet. La operación quirúrgica, un injerto de células del propio paciente en el cartílago de la rodilla, se retransmitió en directo a través de las gafas para 150 profesionales médicos de Estados Unidos, Europa y Australia que conversaron con el cirujano

durante la intervención. "Me han preguntado si era incómodo para mí esto (...) si el paciente podía acabar usando una prótesis, el precio de la técnica (...) cuándo empezaba (el paciente) a mover la rodilla, a cargar, a hacer deporte", dijo en una rueda de prensa posterior a la operación y todavía ataviado con una máscara, un gorro y las gafas. Aparte de facilitar una videoconferencia entre médicos, una técnica que ya se emplea con otros aparatos, Guillén explicó a los periodistas el posible uso médico de las gafas. "En una artroscopia, se podrá ver toda la operación sin tener que darse la vuelta para mirar a los monitores", dijo. Droider, la empresa que ha desarrollado el software para las gafas durante la operación y que desarrolla otras aplicaciones para Google, dijo que, entre otros proyectos, trabaja en un programa para que un médico pueda conocer el pulso cardíaco de un paciente simplemente mirándole a la cara (Reuters, 2013).

Figura 1.2: Los Google Glass pueden ser utilizados para transmitir procedimientos médicos en tiempo real a través de Internet (CNN México, 2013).



De igual manera, la transmisión de video y audio se ha utilizado ampliamente en distintos tipos de negocios y áreas de trabajo. Un caso de éxito actual sobre la transmisión de video en vivo aplicada a una actividad proporcionada por una empresa, es el de Honeywell y sus sofisticados sistemas de seguridad por circuito cerrado. Honeywell ha desarrollado cámaras para sus sistemas de seguridad que son capaces de transmitir video de alta definición a través de una red de área local, usando un mínimo de ancho de banda. Además, dichas cámaras cuentan con visión diurna y nocturna, con una calidad de imagen sobresaliente. Los sistemas de seguridad de Honeywell cuentan con dispositivos electrónicos de última generación y utilizan el Internet ya sea para transmitir el video de las cámaras de seguridad,

así como controlar los mismos dispositivos por medio de aplicaciones móviles para teléfonos inteligentes (Honeywell Inc., 2013). En la actualidad existe infinidad de sistemas de seguridad capaces de transmitir audio y video a través de Internet.

Figura 1.3: Los sistemas de seguridad de Honeywell incluyen cámaras en circuito cerrado (Honeywell Inc., 2013).

**Honeywell**

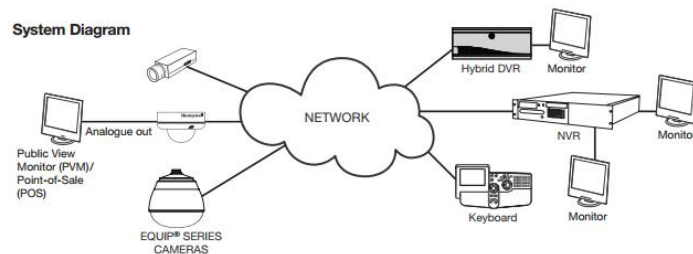
### HD3MDIPX

#### SPECIFICATIONS

Like all cameras in the EQUIP® Series, the HD3MDIPX network camera uses Honeywell technology for camera video motion detection, tamper detection, remote firmware updating, and for secure storage of all camera settings. Video motion detection recognises object motion within the field of view, then a simple on-screen notification alerts the user. Camera tamper detection notifies the user when a camera's field of view is altered, obstructed or blurred. This ensures the video's integrity and alerts the customer to either a live event or a system problem that is causing disruption to the video stream. Honeywell's technology also allows users to remotely upload firmware to the camera. Set-up is quick and easy and can be customised through a web client or from an NVR or DVR. The built-in web server provides password protected access to the camera's video and network set-up.



#### System Diagram



Un caso más es el del fabricante de autos Audi, quienes ofrecen el servicio Audi Cam, el cual lleva las reparaciones de los autos a la pantalla chica. Audi se convierte en la primera compañía automotriz a nivel mundial en incorporar un servicio de transmisión en línea de los servicios de reparación y mantenimiento de los vehículos de sus clientes. Este servicio se ha lanzado en todos los distribuidores Audi alrededor de Gran Bretaña, en dicho servicio los técnicos muestran y explican con detalle a los clientes qué reparaciones se harán y cómo se

llevarán a cabo. El cliente tendrá la posibilidad de decidir y autorizar en ese momento qué servicios se hacen en su auto y qué servicios se pospondrían para una visita futura (Audi AG, 2013).

Figura 1.4: Audi le muestra a detalle el servicio de mantenimiento a los autos de sus clientes (Audi AG, 2013).



Por medio de la transmisión de audio y video a través de las TICs, las organizaciones son capaces de realizar tareas y cumplir objetivos dirigidos hacia sus clientes o usuarios, con diferentes enfoques y contextos, ya sea con fines de calidad de servicio, informativos, incluso de entretenimiento.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Uno de los grandes problemas que enfrentan los sistemas médicos en Estados Unidos y alrededor del mundo, es el fraude a seguros médicos. En Estados Unidos los fraudes llegan a costar al país varios miles de millones de dólares al año. Se trata de un problema creciente, con gastos estimados hasta en 3 trillones de dólares en 2014 (FBI). Durante el año fiscal 2012, el gobierno logró recuperar 4.2 mil MDD por concepto de combate a fraudes y abusos en servicios médicos. Autoridades afirman que, por cada dólar que se invirtió en investigaciones durante un periodo de tres años, se lograron recuperar 7.90 dólares, todo esto logrado mediante el uso de técnicas avanzadas de análisis de datos, para identificar niveles altos de cobros que pudieran ser considerados fraudulentos (Department of Justice, 2013).

El gobierno de dicho país ha emprendido diversas acciones para lograr tanto la prevención como la persecución del fraude a servicios médicos, en donde se han utilizado las más avanzadas tecnologías de la información (TICs), así como las mejores técnicas de análisis de datos e investigación.

Sin embargo, después de hacer una amplia investigación, no hay casos específicos en Estados Unidos sobre el desarrollo y/o la implementación de una tecnología que permita documentar las consultas a través de la captura de video digital, con el fin de crear evidencias sobre consultas médicas en general, y de esta manera garantizar que las consultas fueron realmente llevadas a cabo en tiempo y forma, con pacientes, casos de enfermedades y tratamientos reales e información congruente y precisa, y así prevenir concretamente el problema del fraude a compañías aseguradoras.

### **1.3 Justificación**

El gobierno de los Estados Unidos, mediante el Departamento de Justicia de ese país, en alianza con otras dependencias, ha emprendido acciones para combatir el fraude a programas de seguros médicos tanto públicos como privados, por medio de distintas técnicas de investigación y aplicación de la ley. Con el fin de detener abusos, sin afectar a los proveedores de servicios legítimos, se requieren de acciones agresivas, innovadoras y sostenidas para proteger a los beneficiarios y a los contribuyentes (Morris, 2009).

Los programas federales de atención médica operan bajo un modelo de pagar y luego perseguir (pay-and-chase). Los contratistas del gobierno que procesan y pagan las reclamaciones de reembolso generalmente asumen que son proveedores calificados quienes presentan reclamaciones por artículos o servicios médicamente necesarios. La mayoría de las reclamaciones se presentan electrónicamente, procesado en base a las modificaciones previsibles aplicadas a las representaciones sobre la reclamación y compensación pagada, con comprobación limitada de que los servicios fueron realmente aplicados o fueron necesarios. Es necesario hacer un análisis adicional para determinar si una serie de reclamaciones, cada una de las cuales pueden aparecer legítimas por sí mismas,

demuestran un patrón de posible fraude o abuso cuando se toman juntas. El gobierno de los EE.UU. en general, identifica facturas abusivas mediante el análisis retrospectivo después de haber pagado las reivindicaciones. Aunque el proceso de pago incluye algunas medidas de seguridad de alto nivel, los delincuentes son cada vez más sofisticados para detectar y eludir estas medidas (Morris, 2009).

De igual manera, Morris menciona los avances en cuanto al combate al fraude de seguros por medio de recursos tecnológicos, como se dice a continuación:

El incremento en el uso de análisis de datos, las ediciones de procesamiento de reclamaciones, y la tecnología avanzada puede ayudar a Medicare y Medicaid en la identificación de reclamaciones indebidas antes de que se pagan y en la detección de otras modalidades de fraude y abuso. La CMS está tomando importantes medidas para aumentar la cantidad de datos disponibles para controlar la exactitud de pagos y los controles internos. Por ejemplo, la agencia está trabajando para desarrollar el repositorio de datos integrada, que serían los datos de reclamaciones de almacén a través de los programas de atención de salud del HHS, permitiendo así un análisis comparativo de los datos de las reclamaciones y otras informaciones. Aunque el sistema está todavía en desarrollo, la perspectiva de un almacén de datos tan completo es muy prometedora para detectar y prevenir el fraude y el abuso. Además de las mejoras estructurales en los sistemas de datos, acceso en tiempo real a Medicare y Medicaid reclamaciones y datos de pago por aplicación de la ley es fundamental para el éxito de los esfuerzos contra el fraude.

Sin embargo, los avances recientes en cuanto a técnicas de investigación permiten mayormente la persecución del fraude después de que éste presuntamente se ha llevado a cabo por parte de los defraudadores, y no permiten su prevención. Se considera que es más efectivo económicamente hablando la prevención que la persecución, por lo que Tom Marsden de la compañía consultora Dun & Bradstreet (2011) planteó las cinco C's para la prevención del fraude a seguros médicos:

**Confirmación.** ¿Existe realmente la persona o entidad? Una revisión a las bases de datos podría revelar que un negocio en particular no está registrado para operar en el estado, o que no existe la supuesta dirección o que el número de Seguro Social del solicitante pertenece a una persona fallecida.

**Condición.** ¿Es la empresa y/o sus directivos activos? Aunque haya confirmado la existencia de la empresa, usted descubrirá que no tiene ningún número de teléfono, número de fax, página web o dirección de correo electrónico. O tal vez su licencia de negocio expiró hace tres años y no ha sido renovada.

**Consistencia.** ¿Son los datos consistentes con otras fuentes de información? Después de confirmar que el negocio existe y es operativo, se descubre que el presidente de la compañía también opera otras 15 empresas registradas en la misma dirección: una vivienda residencial con el número de teléfono de su casa.

**Carácter.** ¿Hay algún problema del pasado que pudiera imponer riesgo en alguna transacción actual o futura? Revisiones penales y de fondo podrían revelar un pasado que incluye empresas en quiebra, quejas con el Better Business Bureau o arrestos por fraude criminal.

**Continuidad.** ¿Ha cambiado el estado de funcionamiento actual y pasa que plantea nuevos riesgos? Incluso después de que sus contratos estén firmados y los contratistas estén realizando su trabajo, usted busca un sistema que continuamente monitoree contratistas para eventos que indican problemas potenciales, tales como una declaración de bancarrota del capítulo 11 o cargos de la SEC para irregularidades en la bolsa.

Basado en un documento hecho por el Senado de los Estados Unidos, 111vo Congreso, el cual fue llamado Estrategias Efectivas para Prevenir el Fraude a Sistemas de Salud (2009), el entonces Secretario del Departamento de Servicios de Salud (HHS, por sus siglas en inglés) William Corr declara que “Los expertos coinciden en que la forma más eficaz de eliminar el fraude es detenerlo antes de que éste comience”, además de que “Por primera vez en la historia de Medicare, a finales de año el Centro de Servicios de Medicare y Medicaid (CMS, por sus siglas en inglés), reunirá toda la información respecto a reclamaciones en un solo repositorio de datos centralizado. CMS, el Inspector General, y el Departamento de Justicia serán capaces de utilizar las nuevas tecnologías sofisticadas para revisar datos de las reclamaciones en todo el país”.

Con el fin de generar evidencia de los procedimientos dentales que se realizan a pacientes extranjeros en consultorios y hospitales del programa de Baja Medical, se creará un sistema capaz de transmitir en tiempo real y sobre demanda las intervenciones realizadas en los pacientes, de tal manera que pueda visualizarse la ejecución del procedimiento sin tener que estar presente en el lugar del mismo, lo cual ayudará a generar una evidencia fiable en el expediente médico del paciente, y se puedan tomar en cuenta para cobrar las solicitudes de reclamación a los seguros sociales y disminuir el fraude hacia los mismos, de acuerdo a ciertos criterios definidos tanto por instituciones de salud como por compañías aseguradoras.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar un sistema prototipo de transmisión de video de procedimientos dentales como parte de un programa piloto de creación de una tecnología que apoye a la prevención de fraudes a compañías aseguradoras.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar un sistema web de transmisión en vivo y sobre demanda de consultas dentales.
- Analizar el proceso de trabajo actual tanto de agencias médicas, compañías aseguradoras, como de los consultorios dentales del programa de Turismo Médico.
- Evaluar la viabilidad de la implementación de las tecnologías de la información que serán desarrolladas durante el proyecto.

## **1.5 Alcances y limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

El sistema se probará en uno de los consultorios dentales que forman parte del proyecto Turismo Médico en la ciudad de Mexicali, B.C., debido a que en estos consultorios se aceptan seguros médicos, tanto públicos como privados, por parte de los pacientes que deseen atenderse en ellos.

Por medio de una cámara web, el sistema capturará las imágenes necesarias para ser consideradas como evidencia de las consultas, las transmitirá de manera privada a las compañías de seguros, y las almacenará remotamente en un repositorio en Internet.

### **1.5.2 Limitaciones**

El sistema funcionará sólo en consultorios dentales, que acepten seguros médicos de Estados Unidos.

## **1.6 Terminología**

Turismo Médico: Programa creado por la Secretaría de Turismo en 2010, con el fin de atraer pacientes del extranjero para que sean atendidos en instituciones médicas de México.

Medicare, Medicaid: Sistemas de seguros de gastos médicos públicos, financiados y administrados por el gobierno de Estados Unidos.

TICs: Acrónimo para referirse a las tecnologías de la información y la comunicación.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Introducción**

El uso de las **tecnologías de la información y la comunicación** (llamadas TICs) en la vida actual ha traído grandes beneficios a diversas áreas de la ciencia. Dichas tecnologías han ayudado en gran medida a diferentes tipos de entidades a automatizar procesos específicos, administrar información en tiempo real, crear medios de comunicación efectivos y dinámicos, entre muchas otras ventajas. Las TICs funcionan como herramientas que le brindan a dichas entidades mayor conocimiento, lo que aumenta su competitividad y capacidad para lograr sus objetivos. Sin embargo, las TICs pueden traer aún más beneficios a otras áreas de la ciencia, en las que no han sido implementadas hasta el día de hoy.

Una de las áreas en las que ha contribuido el uso de las TICs es la referente a las **ciencias de la salud**, en donde se han desarrollado complejos sistemas de información, con fines que van desde llevar control de expedientes e historiales médicos de los pacientes, realizar reportes estadísticos sobre epidemias, hasta hacer modelos moleculares en tercera dimensión, entre muchas otras aplicaciones.

### **2.2 Internet**

Se dice que el Internet es la llamada red de redes, ya que es considerada la red informática más grande del mundo, utilizada a lo largo y ancho del planeta por organizaciones y entidades de distintos tipos. De acuerdo a lo expuesto por Bradley (2000, p. 5), “Nadie está completamente seguro sobre el origen de la palabra Internet, pero supongo que se obtuvo porque el sistema se convirtió en la red de redes internacional (en inglés se traduce esto como INTERnational NETwork of networks)”. El Internet es el sucesor directo de la ARPANET, la cual fue desarrollada en la década de 1960 por científicos de la Agencia de Investigación sobre Proyectos Avanzados (ARPA por sus siglas en inglés). Dicha red se utilizó posteriormente para comunicar a varias universidades del área de San Francisco, California, y que con el paso de los años vendría a mostrar su funcionalidad, y se extendería a lo largo del mundo. El Internet es capaz de transmitir datos (ya sea

hipertexto o archivos binarios), voz, y video. El concepto de Internet abarca muchos aspectos técnicos de manera general, como son servidores, cables, equipo de red, modelos de red, protocolos de comunicación, en fin todas aquellas tecnologías que hacen que el Internet funcione.

### **2.2.1 World Wide Web**

Mientras que el Internet se refiere a todas las técnicas y tecnologías físicas y lógicas que involucran su funcionamiento, se puede afirmar que la **web** es una de esas tecnologías. Los autores Deitel & Deitel en su libro *Internet and World Wide Web How to Program* explican en qué consiste la World Wide Web en la siguiente cita:

“La **World Wide Web** permite a los usuarios de computadoras localizar y ver multimedia basado en documentos sobre casi cualquier tema a través de Internet. Aunque el Internet se desarrolló hace décadas, la web es una creación relativamente reciente. En 1989, Tim Berners-Lee del CERN (la Organización Europea para la Investigación Nuclear) comenzó a desarrollar una tecnología para compartir información a través de los documentos de texto con hipervínculos. Berners-Lee llamó a su invención como Lenguaje de Hipertexto Marcado (HTML por sus siglas en inglés). También escribió los protocolos de comunicación para formar la columna vertebral de su nuevo sistema de información, al cual llamó la World Wide Web. En particular, escribió el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), un protocolo de comunicaciones utilizado para enviar información a través de la web. El uso de la Web explotó con la disponibilidad en 1993 del navegador Mosaic, el cual contaba con una interfaz gráfica fácil de usar. Marc Andreessen, cuyo equipo de NCSA desarrolló Mosaic, pasó a fundar Netscape, la empresa que muchas personas dan crédito por la iniciación de la explosión económica de Internet de finales de 1990. En el pasado, la mayoría de las aplicaciones informáticas solían ejecutarse en equipos que no estaban conectados uno al otro, mientras que las aplicaciones de hoy en día se pueden escribir para comunicarse entre los ordenadores del mundo. El Internet mezcla tecnologías informáticas y de comunicaciones. Hace que nuestro trabajo sea más fácil. Esto hace que la información se encuentre disponible al instante y de fácil acceso en todo el mundo.

Permite a individuos y pequeñas empresas conseguir exposición en todo el mundo. Se está cambiando la forma de hacer negocios. Las personas pueden buscar los mejores precios en prácticamente cualquier producto o servicio. Comunidades de intereses especiales pueden estar en contacto unos con otros, mientras que los investigadores pueden ponerse al tanto de los últimos avances al instante. El Internet y la web son sin duda dos de las más importantes y profundas creaciones de la humanidad” (Deitel & Deitel, 2008, p. 11).

En consecuencia, se puede afirmar que la World Wide Web es la parte lógicadel Internet por la que se transfiere el contenido y la información de las páginas web, que además le da formato visual a la información y contiene vínculos para acceder a otras páginas web. Esta información que se transmite de computadora a computadora se denomina *hipertexto*.

### **2.2.2 Hipertexto**

Es en el **hipertexto** donde radica el poder de la web. El hipertexto consiste básicamente en texto formateado, en el que se pueden incluir enlaces a otros sitios web (los llamados hipervínculos). El hipertexto se transmite entre computadoras interconectadas a Internet, por medio del protocolo HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). El envío y recepción de hipertexto se logra mediante peticiones que hacen las computadoras personales denominadas clientes, a máquinas que ofrecen el servicio de hospedaje de sitios web, llamados servidores. Al recibir la petición, el servidor envía la respuesta al cliente mediante el hipertexto, el cual incluye código HTML (Hyper Text Markup Language), el cual tiene la función de darle el formato visual a las páginas web (Bradley, 2000, p. 7).

### 2.2.3 Lenguajes de programación web

El lenguaje definido para la World Wide Web es el **HTML**. “El HTML es el lenguaje de programación estándar de páginas web según la World Wide Web Consortium (W3C). Dicha organización, fundada por el creador de la World Wide Web, Tim Berners-Lee, ha estandarizado a su vez otros lenguajes para uso en páginas web, tales como el XHTML (Extensible HTML), el CSS (Cascade Style Sheet), y el XML (Extensible Markup Language)” (Deitel & Deitel, 2008, p. 12). El HTML es un lenguaje de etiquetas, el cual muestra información de manera *estática*, lo que significa que tal información no puede cambiar, a menos que el creador de la página web la edite de forma manual. Por medio de las etiquetas, se puede dar formato a la información, haciéndola ver en tablas, con color de fondo, texto formateado en párrafos desplegado en varias fuentes de letra y colores, con imágenes e incluso sonidos.

A continuación se mencionan otros lenguajes de programación utilizados para la construcción de páginas web en la industria del software:

- XHTML
- CSS
- XML

### 2.2.4 Aplicaciones web

“Las aplicaciones web permiten la generación automática de contenido, la creación de páginas personalizadas según el perfil del usuario o el desarrollo del comercio electrónico. Además, una aplicación web permite interactuar con los sistemas informáticos de gestión de una empresa, como puede ser gestión de clientes, contabilidad o inventario, a través de una página web. Las aplicaciones web se encuadran dentro de las arquitecturas cliente/servidor: un ordenador solicita servicios (el cliente) y otro está a la espera de recibir solicitudes y las responde (servidor)” (Luján Mora, 2002, p. III).

En la actualidad existe gran variedad de lenguajes de programación para desarrollar aplicaciones web, las cuales pueden tener distintas funciones y objetivos. Se mencionan a continuación algunos de los más utilizados por la industria del software hoy en día.

- PHP
- JSP
- ASP.NET

### **2.2.5 Opciones de hospedaje de sitios web**

El hospedaje o *hosting* de sitios web es un servicio que ofrecen varias compañías, el cual consiste en hospedar las páginas web desarrolladas para las organizaciones en servidores remotos, los cuales cuentan con la infraestructura necesaria para ofrecer un servicio de calidad, esto a cambio del pago de una renta mensual y de servicios adicionales. Algunas de estas compañías son:

- GoDaddy
- 1&1
- BlueHost
- Comcast
- Hostgator

Algunos de los servicios web utilizados en la industria son los siguientes:

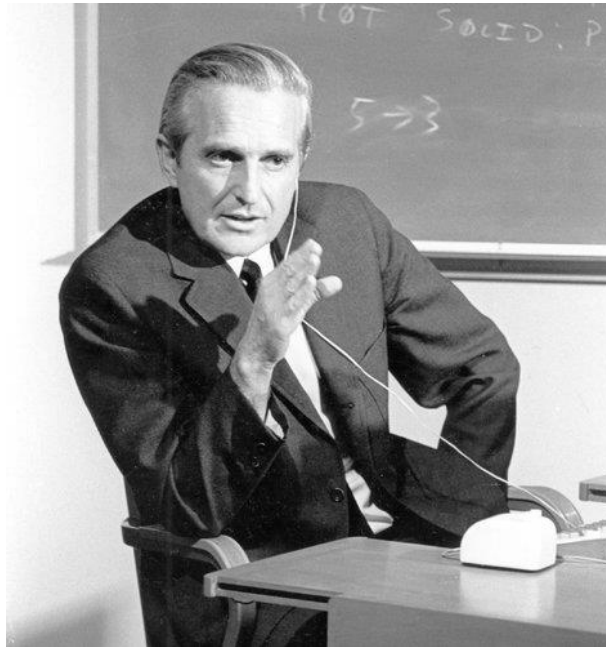
- Apache Http Server
- Apache Tomcat
- Microsoft IIS
- Nginx
- Google Web Server

## 2.3 Transmisión de medios

La **transmisión de medios**, o multimedia, se refiere al uso de técnicas y herramientas informáticas para transmitir y mostrar contenidos de audio y video digital a través de una red de comunicación, dichos contenidos pueden ser transmitidos ya sea en tiempo real o previamente grabados y almacenados en un dispositivo remoto. La transmisión de medios tiene como punto de origen una unidad transmisora, la cual envía los contenidos a muchas unidades receptoras, o sólo a algunas, dependiendo de los permisos y restricciones que el transmisor imponga para su acceso.

El desarrollo de tecnologías de transmisión de audio y video conjuntos por medios informáticos comenzó en la década de 1950 por un equipo de científicos del Instituto de Investigación de Stanford (SRI, por sus siglas en inglés), liderado por el Dr. en ingeniería eléctrica Douglas Engelbart. Este equipo llegó a desarrollar por varios años distintas tecnologías revolucionarias que permitían al usuario interactuar de forma más dinámica con la computadora, calificadas como *“esenciales en la vida digital que hoy damos por sentadas”* (Frasca, 2013). Finalmente, en 1968, estos nuevos avances tecnológicos fueron presentados en la Fall Joint Computer Conference, llevada a cabo en San Francisco, California. El Dr. Engelbart hizo una demostración del ratón de computadora (mouse), hipervínculos, edición interactiva de texto, interfaces de usuario hechas con ventanas, y toda su presentación la hizo por medio de una videoconferencia, en la que él se encontraba en un punto remoto a la sala de exposición.

Figura 2.1: El Ing. Douglas Engelbart, pionero de las telecomunicaciones (CNN México, 2013).



Sin embargo, la transmisión de audio y video por medios informáticos no fue utilizada de inmediato, incluso tardó muchos años en ser implementada, ya que existían para ello grandes limitantes en lo referente a infraestructura, investigación y desarrollo tecnológico en el área. Lo que el Ing. Engelbart presentó fue tan sólo un adelanto, sobre una aplicación práctica de la computación, y una demostración de su capacidad y funcionalidad. Los principales problemas técnicos que impedían que la transmisión por medios computacionales se llevara a cabo en los años setenta eran los siguientes:

- Equipo de cómputo lento, los CPUs carecían de suficiente potencia y ancho de banda en bus para soportar los niveles de transmisión de datos requeridos.
- No existía un protocolo estándar de comunicaciones entre computadoras y redes computacionales.
- Altos costos del hardware.

Para la década de 1990, las computadoras personales eran suficientemente potentes, lo que permitía mayor procesamiento de datos de manera interna, así como una mayor cantidad de flujo de datos de entrada y salida. Aunado a esto, cada vez hubo más acceso a redes computacionales como el Internet, el cual soportaba mayor ancho de banda y capacidad de envío de datos a muchos usuarios, por medio de servicios en línea concurrentes hospedados en servidores remotos. Para este tiempo, el Internet se había convertido en la red de redes, ya que era el estándar de comunicaciones de la industria informática a nivel mundial. Fue entonces cuando comenzó a utilizarse con mayor auge las llamadas **transmisiones en vivo (live streaming)** y **sobre demanda (on-demand streaming)** a través del Internet.

### **2.3.1 Transmisión en vivo y sobre demanda**

Para comprender la diferencia entre ambos tipos de transmisión, se cita lo expuesto por Chou & Van Der Schaar en su libro *Multimedia sobre IP y Redes Inalámbricas: Compresión, Redes y Sistemas* (2007, p. 453):

“Los **medios de comunicación sobre demanda** son escenarios de usuario personificado por la reproducción de audio o vídeo de forma local desde un CD o un DVD, mientras que la **emisión en directo** es un escenario de usuario personificado por sintonizar un programa de radio o televisión. En el primer escenario, el usuario tiene el control sobre el tiempo de inicio de contenido específico, y además puede tener otros controles interactivos (adelantar, pausar, buscar, etc.) En el último escenario, el usuario simplemente se une a una sesión en curso y tiene poco control, excepto la capacidad de dejar. Durante la sesión, el usuario escucha y ve el mismo contenido al mismo tiempo que los demás usuarios de la sesión. Hoy en día es común ver estos dos escenarios completos de contenido enviado a través de Internet. Un suscriptor a una serie de servicios de música, por ejemplo, puede hacer clic en cualquiera de los millones de canciones y escucharlas sobre demanda. Numerosas emisoras de radio de Internet han surgido, ofreciendo contenido de transmisiones a título gratuito o por suscripción. El contenido de video es también muy popular, que ofrece cortos de noticias, trailers

de películas, y así sucesivamente sobre demanda, así como noticias en vivo RSS disponibles en varios sitios web”.

Los autores Ho Kim, Shahabi & Zimmermann en su libro *Streaming Media Server Design* (2003) explican de manera teórica la forma en la que funcionan los servidores de streaming:

“Una tarea difícil en la aplicación de los sistemas multimedia es mantener el ancho de banda sostenido necesario para visualizar objetos de streaming multimedia, como objetos de audio y video. A diferencia de los tipos de datos tradicionales, como los registros de imágenes, texto, los objetos de streaming multimedia suelen ser de gran tamaño. Por ejemplo, una película codificada en MPEG-2 de dos horas requiere aproximadamente 3.6 gigabytes de almacenamiento a una velocidad de visualización de 4 megabits por segundo. En segundo lugar, la naturaleza isócrona de los objetos de streaming multimedia requiere tiempo de visualización en tiempo real de los bloques de datos a una velocidad predeterminada. Por ejemplo, el video NTSC estándar requiere que 30 fotogramas de video por segundo se puedan visualizar a un espectador. Cualquier desviación de este requisito en tiempo real puede dar lugar a efectos indeseables, interrupciones y nerviosismo, denominado colectivamente como *hipo*.

“Muchas de las aplicaciones que tradicionalmente eran del dominio de audio y video analógico están evolucionando para utilizar audio y video digital. Por ejemplo, las cadenas de televisión por satélite, tales como DirectTV, se han diseñado desde cero con una infraestructura completamente digital. La proliferación de audio y video digital ha sido facilitada por la amplia aceptación de las normas de compresión y formatos de archivo. Los dispositivos electrónicos de consumo también están adoptando estos estándares en productos como el disco versátil digital (DVD) y VHS Digital. Por otra parte, el aumento de capacidad de la red para las redes de área local (LAN) y protocolos de streaming avanzados (por ejemplo, RTSP) permite la visualización remota de streaming de video clips.

“Hay un número de posibles paradigmas de visualización para objetos streaming multimedia. Estos paradigmas de visualización se definen de acuerdo a:

1. La ubicación del objeto streaming multimedia (local frente a distancia), y

## 2. Las capacidades de la red y los servidores (no-transmisión vs Streaming).

“Los objetos streaming multimedia, o bien se pueden visualizar desde una máquina local (es decir, transmisión local) o desde un servidor remoto. En el primer enfoque, los objetos streaming multimedia están disponibles localmente en su totalidad (por ejemplo, almacenado en un disco duro, o disponibles en DVD y/o CD-ROM). Cuando el usuario solicita la visualización de un objeto, los bloques de datos se recuperan de la memoria local, pasan a la tarjeta de video (VRAM) para la decodificación, y posteriormente se muestran al usuario. Ordenadores personales modernos (PC) y dispositivos electrónicos de consumo (como el PlayStation de Sony y el Xbox de Microsoft) pueden mostrar un solo objeto de streaming multimedia sin mucha dificultad.

“Cuando el usuario solicita la presentación de un objeto que reside en un servidor remoto, los bloques de datos se recuperan desde el servidor remoto a través de una red (por ejemplo, Internet o una intranet corporativa), y se pasan al cliente para su visualización. Dependiendo de las capacidades del servidor y la red, hay dos paradigmas de visualización alternativos:

- 1) Paradigma de almacenamiento y visualización, y
- 2) Paradigma de transmisión a distancia.

“Con el paradigma de almacenamiento y visualización, los objetos de streaming multimedia se descargan primero en su totalidad desde un servidor remoto a un almacenamiento local antes de iniciar el proceso de visualización (que es similar a la transmisión local). Este paradigma se ve favorecido cuando el servidor y/o la red no pueden garantizar el carácter síncrono de objetos de streaming multimedia. Con el paradigma de transmisión a distancia, los bloques de datos se recuperan desde el servidor remoto a través de una red y procesados por el cliente tan pronto como se reciben; los bloques de datos no se escriben en el almacenamiento local (aunque podrían ser tamponadas). Este paradigma es posible sólo cuando el servidor y la red pueden garantizar el carácter síncrono del objeto de streaming multimedia. Hay varias ventajas del paradigma de transmisión frente al de almacenamiento y visualización:

1. No hay que esperar para las descargas (bueno, no hay que esperar mucho).

2. No hay copias físicas de los contenidos se almacenan localmente, reduciendo la posibilidad de violaciones de derechos de autor (en su caso).
3. No hay requisitos de almacenamiento (o de almacenamiento limitado) en el lado del cliente.
4. Soporte de eventos en vivo.

Por otro lado, hay una serie de limitaciones al paradigma de transmisión:

1. Se requiere de garantías en tiempo real desde el servidor y la red.
2. Paquetes perdidos o dañados (bloques) o el incumplimiento de plazos puede provocar un hipo en la reproducción del objeto de streaming multimedia.

“Es importante tener en cuenta que el streaming no es una descarga progresiva, donde la reproducción de video se inicia tan pronto como se haya cargado lo suficiente de los datos en el buffer a nivel local, mientras que el resto del archivo se recupera y se almacena en el disco local (es decir, al final de la muestra todo el objeto de streaming multimedia se almacena localmente). La descarga progresiva puede ser identificada como un caso especial del paradigma de vapor (si el sistema puede garantizar la pantalla hipo-libre de los objetos de streaming multimedia), o un caso especial de paradigma de almacenamiento y visualización” (Ho Kim, Shahabi & Zimmermann, 2003, pp. 1-5).

### **2.3.2 Estándares de compresión**

El estándar de compresión de audio y video más utilizado en la industria para uso en Internet es el MPEG. Creado por el Grupo de Expertos en Codificación de Imágenes en Movimiento (MPEG por sus siglas en inglés), el formato MPEG “es un estándar de compresión de facto para video, audio y su sincronización” (Ho Kim et al., 2003, p. 16). Aunque en cuestión de calidad de imagen no es el mejor, el formato MPEG se ha consolidado por su excelente relación entre calidad de imagen y tamaño de archivo, por lo que es ampliamente utilizado para mostrar video en Internet, en especial el MPEG-4.

Existen varios tipos de códecs para MPEG. Ho Kim, Shahabi & Zimmermann explican de manera general cuáles son estos códecs y sus características:

“MPEG-1 (ISO / IEC 11172) es un estándar para almacenar y reproducir vídeo en un solo equipo a bajas tasas de bits de hasta 1,5 Mb / s. MPEG-2 (ISO / IEC 13818) es un estándar para vídeo de alta calidad, como TV digital (HDTV y DVD). MPEG-2 se basa en el estándar MPEG-1 y apoya tanto en predicción de campo como en predicción de trama (formato de vídeo entrelazado). Mientras que MPEG-2 tiene como objetivo una alta calidad en video, el estándar MPEG-4 (ISO / IEC 14496) admite la codificación de baja velocidad binaria de audio y video, la interactividad del usuario y las necesidades especiales para servicios de difusión de próxima generación. El estándar MPEG-7 (ISO / IEC 15938) proporciona un conjunto de herramientas estandarizadas para describir contenido multimedia: elementos de metadatos y su estructura y las relaciones, que se define por el estándar en forma de descriptores y esquemas de descripción. Oficialmente, al MPEG-7 se le llama Interface de Descripción de Contenido Multimedia [129]. El estándar MPEG-21 (ISO / IEC 21000) se está desarrollando para definir un framework multimedia con el fin de permitir el uso transparente y aumentado de recursos multimedia a través de una amplia gama de redes y dispositivos utilizados por los diferentes comunidades” (Ho Kim et al., 2003, pp. 17, 18).

### **2.3.3 Protocolos de transmisión**

Así como existe el protocolo HTTP para enviar hipertexto a través del Internet, existen protocolos especialmente utilizados en cuestión de transmisión de medios en vivo y sobre demanda.

“El transporte de multimedia en muchas aplicaciones de transmisión se lleva a cabo principalmente con **RTP** (Real-Time Protocol Transporte, RFC 1889) [148], que es un protocolo de transporte basado en IP para conferencias de audio y vídeo y otras aplicaciones en tiempo real con multiparticipantes. Es un protocolo ligero sin corrección de errores o funcionalidad de control de flujo. Por lo tanto, no garantiza ni QoS (Quality of Service) ni reserva de recursos a lo largo de la ruta de red. RTP también está diseñado para trabajar en conjunto con el protocolo de control auxiliar, RTCP, para obtener información sobre la calidad de la transmisión de datos e información sobre los participantes en la sesión en curso. RTP está diseñado principalmente para la multidifusión de datos en tiempo real, pero puede también ser utilizado en unidifusión. Puede ser utilizado para el transporte de una vía, como

el vídeo sobre demanda, así como servicios interactivos tales como la telefonía por Internet. Las aplicaciones multimedia requieren tiempo apropiado en la transmisión de datos y la reproducción. Para soportar la transmisión de datos de streaming multimedia en tiempo real, RTP proporciona sellado de tiempo, la numeración de secuencias, entre otros mecanismos. A través de estos mecanismos, RTP provee el transporte de extremo a extremo de datos en tiempo real a través de la red de datagramas” (Ho Kim et al., 2003, pp. 20-21).

Además del RTP y RTCP, se encuentran disponibles otros protocolos de transmisión como son RTSP (Real Time Streaming Protocol, RFC 2326) y el RSVP (Resource reSerVation Protocol) (Ho Kim et al., 2003, pp. 23-24).

### **2.3.4 Situación actual en transmisiones en vivo y sobre demanda**

En un artículo publicado por Zambelli en el periódico en línea The Guardian (2013) se explica el escenario actual de la transmisión de medios digitales:

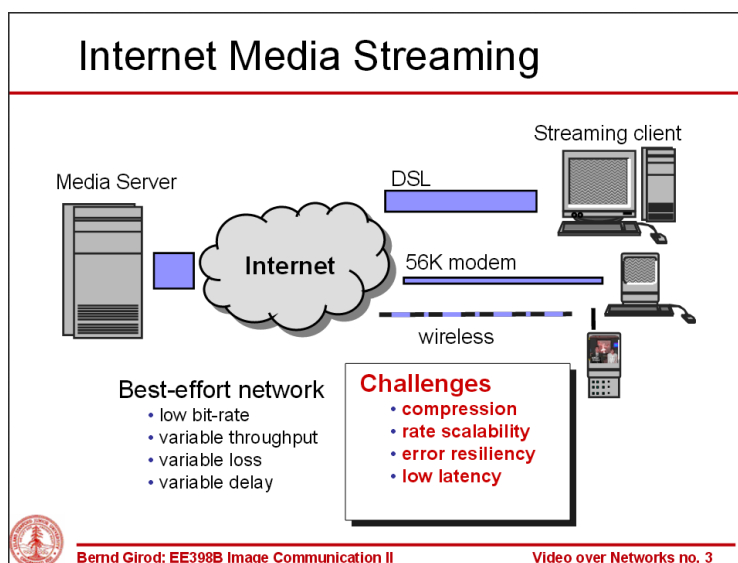
Además de la interoperabilidad, otro obstáculo importante que enfrentan los medios de streaming y de entrega over-the-top (OTT) es la diferencia de calidad. En sólo unos pocos años la tecnología de streaming de medios ha adelantado, de vídeo de definición menor al estándar regular, a sólido vídeo de 720p HD, pero la calidad de incluso los mejores servicios OTT de video sobre demanda aún está lejos de la calidad de audio-video vista en televisión y Blu-ray. Mientras que la mayoría de vídeo HD entregada a través de satélite (DVB-S2), por ejemplo, es en vídeo 1080i codificado en H.264 a 17-37 Mbps, la mayoría del streaming de vídeo en HD es sólo 720p codificado a 3-4 Mbps. La televisión se envía a 50 Hz en Europa, mientras que la transmisión de vídeo casi siempre se entrega en la mitad de la velocidad de fotogramas - 25 Hz en Europa, 30Hz en Norteamérica. Por último, el audio por difusión es típicamente mezclada y entrega en 5.1 canales surround en estos días, mientras que el streaming de audio sigue siendo en gran medida en stereo (o mono de vez en cuando). Esa es una diferencia de calidad importante que hay que superar antes de que el OTT pueda desafiar realmente la entrega de los medios tradicionales, pero, afortunadamente, hay esperanza en el horizonte. Dado que la calidad de medios digitales depende principalmente del ancho de banda, hay dos formas de aumentar la calidad: ya sea aumentando el ancho de banda, o

mediante la mejora de la eficiencia de la compresión a velocidades de bits existentes. El primero sólo puede acelerar tan rápido como el ancho de banda de Internet en general lo permita, pero éste puede ser mejorado con las nuevas tecnologías de códecs. Tal tecnología es el códec H.265 es - la última evolución de la colaboración conjunta de gran éxito entre la ISO/IEC MPEG y la UIT que nos trajo el códec H.264 hace una década. A principios de este año, la UIT anunció la ratificación de H.265, el cual promete traer un aumento de 40-45% en la eficiencia de compresión (o reducción de ancho de banda) en comparación con la tecnología H.264 existente. Este impulso puede ayudar eficazmente a los proveedores de streaming de medios de comunicación a ofrecer vídeo de 1080p (Full HD) en los mismos 3-4 Mbps que actualmente se utilizan para la entrega de vídeo 720p, o aumentar la velocidad de fotogramas a 50/60Hz sin necesidad de un aumento proporcional de ancho de banda. De hecho, muchos han elogiado la noticia del H.265 como el comienzo de la era del vídeo 4K, en donde la calidad de streaming de vídeo podría finalmente superar los estándares de transmisión de movimiento lento.

### **2.3.5 Elementos que componen un sistema de transmisión de medios**

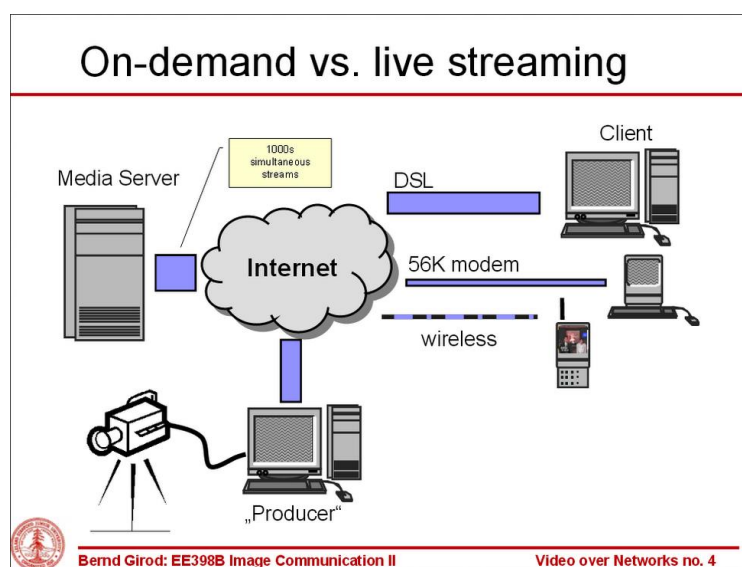
Los servicios de transmisión de medios sobre demanda básicamente trabajan con un servidor web, el cual muestra la página que muestra el contenido multimedia, el servidor de streaming, el cual almacena el archivo y lo dispone para ser mostrado a través del Internet, y el o los equipos de cómputo clientes, los cuales envían la petición al servidor para que muestre el contenido. Tanto los servidores, como los clientes, deben tener su respectivo acceso a Internet.

Figura 2.2: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia sobre demanda (Girod, Universidad de Stanford, s.f.).



Los sistemas live streaming cuentan básicamente con los mismos elementos que uno sobre demanda, sin embargo, la diferencia es que se añade la terminal que es la encargada de enviar el video al servidor de streaming, además de la cámara que capta el video.

Figura 2.3: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia en vivo (Girod, Universidad de Stanford, s.f.).



### **2.3.6 Alternativas para implementar un sistema de transmisión de medios**

Para desarrollar el sistema de transmisión de procedimientos dentales, se deben de conocer las alternativas disponibles en cuanto a implementaciones del servicio en línea. Una de ellas es contratar los servicios de un sitio web que ofrezca servicios de live streaming y almacenamiento de multimedia en la nube; otra opción es instalar un servidor de streaming y almacenamiento propio, el cual permita el manejo personal de la información.

Existe gran variedad de aplicaciones que funcionan como servicios de transmisión de medios audiovisuales, se mencionan algunos a continuación:

- Darwin Streaming Server
- Adobe Media Server
- Wowza Media Systems
- IIS Media Server
- PlayOn
- VideoLan
- Windows Media Services

### **2.3.7 Cámaras**

Sobre las cámaras que se pueden implementar en un sistema de live streaming, se dispone de gran diversidad de marcas a precios muy variados. Sin embargo, a continuación se presentan distintas opciones de cámaras compatibles con un sistema de transmisión en línea, pero que, más por la marca y el precio, se distinguen entre sí por sus características y funciones integradas.

#### **2.3.7.1 Logitech Broadcaster WI-FI Webcam**

Se trata de una cámara web muy moderna, la cual cuenta con compatibilidad para servicios de streaming como Ustream, captura de video en formato HD (720p), y control por medio del iPhone, iPad o Mac, entre otras funciones. Su precio de lista es de 199.99 USD.

Figura 2.4: Logitech Broadcaster WI-FI Webcam (Logitech, 2013).



### 2.3.7.2 Google Glass

Google Glass es el más nuevo gadget de la compañía Google, quienes le han añadido las funcionalidades de una cámara, comandos de voz y aplicaciones similares a las de un smartphone a unos lentes con proyector de imágenes integrado. Ideal para su uso sin manos, y puede grabar lo que el usuario está viendo. Este producto innovador aún no se encuentra disponible en el mercado (Google Inc., 2013), por lo que no hay precio para el público disponible. Sin embargo, se tienen grandes expectativas sobre este dispositivo, y su uso en aplicaciones como lo son la transmisión de video en vivo.

Figura 2.5: Los nuevos Google Glass (Google Inc., 2013).



### 2.3.7.3 Nikon P520

La Nikon COOLPIX P520 es una cámara digital de gran calidad, la cual cuenta con gran número de características para obtener imágenes quietas y en movimiento de calidad excelente, a un precio moderado. Aunque no se trata de una webcam, existe la posibilidad de que esta cámara digital se sea instalada en un sistema de live streaming, y dadas sus capacidades, puede producir video en HD (720p) y Full HD (1080p) a 30 cuadros por segundo, además de que cuenta con zoom óptico de 42x. Su precio de lista es de 449.95 USD (Nikon Inc., 2013).

Figura 2.6: Nikon COOLPIX P520 (Nikon Inc., 2013).



### 2.3.7.4 Vistacam iX

Específicamente hablando sobre cámaras intraorales, se encuentra la Vistacam iX, una cámara especialmente diseñada para su uso en consultorios dentales. Práctica y moderna, la Vistacam iX cuenta con un software y cable USB, de esta manera el dentista es capaz de mostrar en una computadora lo que sucede dentro de la boca del paciente, y explicarle a detalle los procedimientos a realizar, con apoyo de las imágenes captadas. Esta cámara puede ser considerada para utilizarse en un sistema de live streaming, y tendría la gran ventaja de que mostraría con gran detalle los procedimientos dentales que se deseen llevar a cabo. Su precio estimado es de 2500 libras inglesas.

Figura 2.7: Vistacam iX (Dürr Dental, 2013).



## 2.4 Programas de salud en México en los que se han implementado las TI

### 2.4.1 e-salud

Según se ha citado, “**e-salud** es un campo emergente en la intersección de las tecnologías de la información médica, la salud pública y las empresas, en referencia a los servicios de salud y la información entregada o mejorada a través de Internet y tecnologías relacionadas. La tecnología de portales, la cual permite que los servicios sean accesibles a través de Internet, es una herramienta perfecta para la prestación de servicios de salud electrónica. El uso de las tecnologías de portales ha tenido una influencia profunda en la arquitectura de todo el sistema de e-salud, tanto en los nuevos subsistemas como en los más viejos que queremos integrar al portal. De igual manera, los portales ofrecen nuevas posibilidades para la creación de nuevos tipos de aplicaciones e-salud” (Kosinska & Slowikowski, 2004, p. 12).

Una de estas aplicaciones son aquellas que manejan los Historiales Clínicos Electrónicos (EHR por sus siglas en inglés). “El EHR es un registro electrónico longitudinal de la información de salud del paciente generada por uno o varios encuentros en cualquier entorno de atención. Se incluyen en esta información los datos demográficos del paciente, notas de progreso, problemas, medicamentos, signos vitales, antecedentes médicos, vacunas, datos de laboratorio e informes de radiología. El EHR automatiza y simplifica el flujo de trabajo del clínico. El EHR

tiene la capacidad de generar un registro completo de un encuentro con el paciente clínico - incluyendo soporte de decisiones, gestión de calidad, y presentación de informes de resultados basados en evidencias –así como el apoyo a otras actividades relacionadas con la atención directa o indirectamente a través de la interface” (HIMSS, s.f.). Después de las consideraciones anteriores, se puede afirmar que estas aplicaciones básicamente administran los expedientes médicos de los pacientes de manera electrónica que antes se llevaban sólo en papel, y que ahora están disponibles para ser actualizados en cualquier hospital al que sea atendido el paciente, dentro de la misma plataforma.

“La aplicación y uso de los EHR han aumentado rápidamente desde la aprobación de la Ley de 2009 sobre las Tecnologías de la Información para la Salud Económica y Clínica (HITECH). La transición del papel a registros electrónicos ofrece la posibilidad de proporcionar a los médicos información pertinente y necesaria sobre las ocupaciones de sus pacientes, así como las posibilidades de enlaces a una serie de herramientas de apoyo a las decisiones clínicas que podrían mejorar la atención de la salud y la seguridad de las personas. Además, la inclusión de la información en el trabajo en los EHR ofrece una importante oportunidad para avanzar y expandir la vigilancia de la salud pública con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la enfermedad y accidentes de trabajo. Cada año en los Estados Unidos, más de 4 mil accidentes de trabajo mortales y más de 3 millones de accidentes laborales se producen junto con más de 160,000 casos de enfermedades laborales. Los avances en la incorporación de información en el trabajo en los EHR podrían llevar a un diagnóstico clínico más informado y los planes de tratamiento, así como políticas más eficaces, las intervenciones y las estrategias de prevención para mejorar la salud general de la población activa” (Wegman, 2011, p. 1).

### **2.4.2 Telemedicina**

Uno de los problemas generales más recurrentes en el área de la salud y la medicina es la cuestión de la lejanía entre ciudades y poblaciones. Como ejemplo, los gobiernos asignan presupuestos a los hospitales públicos de manera estratégica para la adquisición de equipo de alta tecnología al servicio de la salud,

distribuidos en puntos geográficamente intermedios, para que de esta manera sea compartido entre cierto número de ciudades, y un rango de población promedio. Tal es el caso del equipo de resonancia magnética localizado en hospitales de especialidades del ISSSTESON en la ciudad de Hermosillo, en el estado de Sonora, el cual está disponible para uso de derechohabientes en las ciudades circundantes de ese estado. Según un artículo periodístico del diario El Imparcial, *“el equipo forma parte del nuevo Sistema de Imagenología Digital que opera no solamente en Hermosillo, sino también en Obregón, Guaymas y Navojoa”* (Redacción de El Imparcial, 2012); por otro lado, los mismos médicos tienen también la desventaja de la distancia, para atender a pacientes en otras ciudades, estados o incluso en un país extranjero, lo que limita de manera considerable la prestación de un servicio médico puntual.

En los últimos años, se ha sugerido desarrollar herramientas tecnológicas que permitan a los médicos realizar su labor desde un lugar remoto, lo que implica brindar servicios médicos sin que el propio médico se encuentre en el mismo lugar que el paciente, o que, por otro lado, el paciente se traslade al lugar donde se encuentre un médico en especial, o un equipo de salud en específico, y que se lleve un seguimiento del tratamiento del paciente desde su lugar de origen. Para lograr esto, los profesionales del área de salud y expertos en telecomunicaciones se han unido para desarrollar en conjunto modernos sistemas de **Telemedicina**, la cual en pocas palabras se trata de *“ofrecer servicios médicos a distancia”* (Kosinska & Slowikowski, 2004, p. 12).

Una definición más completa la da Organización Mundial de la Salud, quienes definen la telemedicina como *“la práctica clínica que tiene como eje la consulta de especialidad y alta especialidad médica a distancia, mediante el uso de tecnología información y telecomunicación”* (Saldaña & Garza-Cantú, 2010).

### **2.4.3 La implementación de la telemedicina en México**

En el caso concreto de México, la institución pública de salud pionera en implementar la telemedicina fue el ISSSTE. Según el testimonio de la entonces

directora del programa de telemedicina del ISSSTE, la Ing. en comunicaciones y electrónica Amanda Oralía Gómez (Saldaña & Garza-Cantú, 2003):

El concepto se acuñó en México a principios de los noventa, cuando ella y Ramiro Iglesias, un médico aeroespacial, visitaron Estados Unidos y constataron que ese país y la Unión Soviética habían unido a sus dos agencias espaciales para realizar un enlace con fines médicos. Ella se encontraba trabajando en el desarrollo del satélite Solidaridad, por lo que vieron la posibilidad de aprovecharlo para aplicar la telemedicina en México. A mediados de 1995 se llevó a cabo la prueba piloto. Consistió en enlazar a los hospitales Belisario Domínguez (en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas) y 20 de noviembre (en la Ciudad de México). La prueba, que consideraba la transmisión de video, voz y datos, se aplicó durante cuatro meses, tiempo en que se evitaron el 52% de los traslados, sin demérito de la atención médica. Con ello en mente, el equipo concluyó que el proyecto era autofinanciable. Un año después se instalaron ocho sitios en los hospitales 20 de Noviembre y 1º de Octubre, así como en Tuxtla Gutiérrez, Villahermosa, Tampico, Veracruz, La Paz y Hermosillo.

Por medio de este programa, se han atendido una gran cantidad de casos de distintos tipos y con fines diferentes, como lo son pediatría, cirugías, consultas generales y especializadas, tratamientos de cáncer, así como transmisiones con fines educativos para alumnos de medicina.

Después de ver los resultados positivos que la telemedicina proporcionaba, en el año 2000 el gobierno federal inició el programa nacional llamado **e-Salud**, parte del sistema e-México, el cual proporcionaría la plataforma tecnológica para ofrecer servicios de telesalud no sólo a derechohabientes del ISSSTE, sino también a otras instituciones de salud públicas.

La telemedicina rural en México, se ha concentrado en poblaciones, que por diferentes factores demográficos, socioeconómicos y culturales, presentan un gran rezago en la asistencia sanitaria. Esta situación se refleja principalmente en comunidades asiladas con escasez de servicios y persistencia de problemas propios de zonas de bajo desarrollo, aunado a esto es importante, mencionar que el

común denominador de estas comunidades, están constituidas por diferentes grupos indígenas en México (21 grupos y aproximadamente con 69 variantes de lenguas); que con el factor adicional de usos y costumbres , se traduce en dificultades para llevar a cabo las acciones propuestas por los programas de salud pública. Ante este contexto se planeó en México uno de los más ambiciosos programas de salud pública (Programa Nacional de Salud 2001-2006) en coordinación con el Sistema Nacional e-México y su componente sectorial, el Programa de Acción e-salud. Programa que tiene como propósito, el de contribuir a mejorar la salud de la población, ampliar la cobertura y mejorar los servicios de salud, con prioridad para los habitantes de localidades con niveles de marginación alta, haciendo uso de la tecnologías de información y las telecomunicaciones (Gómez, García & Villagómez, 2007).

## **2.5 Programa de Turismo Médico en México**

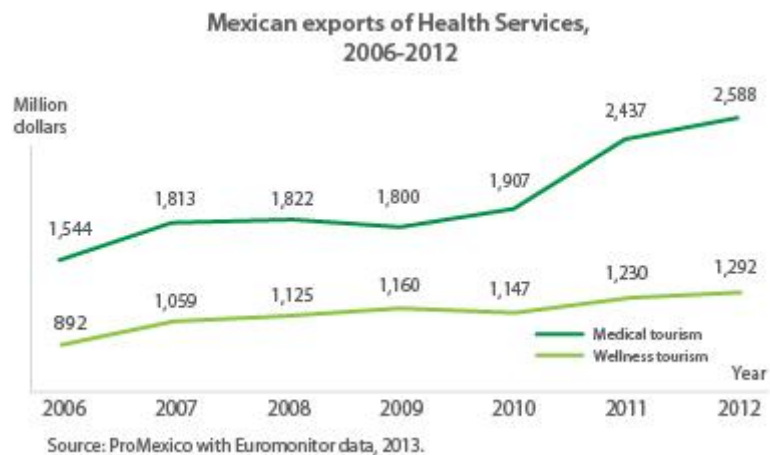
Por otro lado, el Turismo Médico fue promovido por el gobierno federal por parte de la Secretaría de Turismo (2010). De acuerdo a la información divulgada en el portal de dicha dependencia, el entonces secretario de turismo, Rodolfo Elizondo Torres, presentó los elementos de una política para impulsar el turismo médico en México. Según datos oficiales, se estima que, por medio del nicho de mercado generado por el turismo médico, se generen para el año 2015 ingresos por mil 350 millones de dólares, atendiendo hasta 450 mil turistas y alrededor de 4,050 millones para el año 2020, atendiendo hasta 650 mil turistas. Para atender la demanda de dichos servicios, se han hecho grandes inversiones en infraestructura médica y de turismo en los últimos años en la ciudad de Mexicali, B.C. Los usuarios pueden adquirirlos por medio de agencias en Internet, quienes programan citas y se encargan del transporte y hospedaje.

Figura 2.8: Funcionarios del gobierno federal presentando el programa de turismo médico en México.



Actualmente, y después de la proyección del programa en 2010, se cuentan con cifras de resultados sobre el turismo médico en el país, las cuales son alentadoras. Según información de Pro México, organismo de la Secretaría de Economía encargado de atraer inversión extranjera directa al país, impulsar la exportación de productos y servicios mexicanos y apoyar la internacionalización de empresas mexicanas (González, 2014), la industria del turismo médico en México ofrece una gran variedad de servicios que cubren tanto de salud como de bienestar. México ha evolucionado de ser un destino sobresaliente en cuestión de servicios dentales, ópticos y cirugías cosméticas en ciudades fronterizas, a un centro global de atención de la salud el cual ofrece una gama completa de especialidades y procedimientos que compiten directamente con servicios ofrecidos en otros países desarrollados.

Figura 2.9: Ganancias de 2006 a 2012 por concepto de turismo médico (Pro México & Euromonitor data, 2013).



De acuerdo a datos de Patients Beyond Borders, más de un millón de pacientes viajan a México cada año para recibir servicios médicos, posicionando a este país en el segundo lugar en turismo médico. La mayor parte de los pacientes vienen de estados de la Unión Americana como Texas, Arizona y California y el resto principalmente de Canadá y el Reino Unido. Además, de acuerdo a información de Euromonitor, se estima que el turismo médico en México generó 3 mil 880 MDD en el año de 2012, lo que representa un incremento de 5.8% comparado con el año pasado. Las fortalezas de la industria del turismo médico en México son:

- **Costos competitivos**, ofreciendo ahorros de entre el 36 y el 89% en costos médicos comparados con Estados Unidos.
- **Ubicación geográfica**, privilegiada gracias a su cercanía con Estados Unidos y Canadá, los cuales son los principales consumidores de servicios médicos.
- **Capital humano**, que de acuerdo a datos del INEGI, el sector privado de servicios médicos cuenta con 71,717 empleados como equipo médico y otros 85,760 empleados como asistentes, paramédicos y administrativos, lo que le da la capacidad de atender tanto al mercado local como al extranjero.
- **Infraestructura**, la cual cuenta hasta el año de 2011 con hasta 13,500 consultorios médicos (62% para el área de especialidades), y 34,807 camas.

Además 4,882 quirófanos, 1,344 unidades de terapia intensiva, 883 laboratorios de análisis, 225 laboratorios patológicos, 301 unidades de diálisis y 276 unidades de tomografía axial computarizada (Pro México, 2013).

Todos los datos expuestos anteriormente muestran de manera clara y contundente que el sector del Turismo Médico en México tiene gran potencial de crecimiento y estabilidad, en el cual existe la posibilidad de implementar las TICs para solucionar distintos tipos de problemáticas existentes en dicha área.

## **2.6 Programa de Turismo Médico en Mexicali**

Muchos de los hospitales, clínicas y consultorios privados de la ciudad de Mexicali pertenecen al programa de Turismo Médico, el cual tiene como fin atender a pacientes que vienen del extranjero a adquirir servicios médicos a precios más accesibles.

El organismo encargado de promover el programa de Turismo Médico en la ciudad de Mexicali es el Comité de Turismo y Convenciones (COTUCO). En su página web, aparece una sección con la Guía Médica Municipal, la cual es un tríptico con la lista de hospitales, clínicas y consultorios que forman parte del programa, se hace una breve reseña de la ciudad, y se incluyen restaurantes, hoteles y lugares interesantes para visitar durante la estancia en la ciudad. En la página hacen referencia a un artículo de The New York Times, quienes en 2012 hicieron un reportaje del fenómeno del Turismo Médico en la frontera de México con Estados Unidos. En él declararon que *“la ciudad ha hecho del turismo médico su fuente principal de ingresos turísticos, y que ha atraído a un gran número de viajeros de América del Norte”* (Medina, The New York Times, 2012).

Figura 2.10: El sitio web de COTUCO muestra la guía médica del programa de Turismo Médico en Mexicali, B.C (COTUCO, 2013).



Según información publicada por la Secretaría de Turismo federal, el ayuntamiento de Mexicali, a través del COTUCO, con el afán de incrementar el turismo al municipio, y continuando la línea de promoción de la Secretaría Federal y Estatal en materia de turismo médico, puso en marcha desde el 2012 un programa estratégico de Turismo Médico, el cual se puede resumir en 2 proyectos prioritarios de gran impacto: Un carril médico para facilitar el retorno de pacientes a Estados Unidos que entró en operación el 30 de abril de 2012; y un proyecto de Imagen Urbana para el Distrito Médico, donde se encuentra el 70% de la oferta médica de la ciudad.

La derrama económica estimada por turismo médico para el municipio de Mexicali fue superior a los 16 millones de dólares y más de 155 mil visitantes. Por esto, la ciudad de Mexicali fue seleccionada como sede del Foro Global de Turismo de 2012. Además, es la única ciudad en el país que cuenta con una Guía Médica Municipal impresa, mencionada anteriormente. Asimismo, se realizan en la ciudad exposiciones médicas, con más de 42 participantes por evento, única ciudad en el país que lleva a cabo esta clase de eventos. Mexicali se ha convertido en la única

ciudad en contar en su Guía Médica con más de 150 participantes, con transporte municipal que trae turistas médicos desde el extranjero y, posiblemente, la única ciudad con exposiciones en el extranjero como destino (COTUCO, 2012).

El periódico de The New York Times en su artículo de investigación, mencionaron que los costos por servicios médicos en México son a la mitad comparados con los del país vecino del norte. Además declararon que el servicio por parte de los doctores y enfermeras es de primera calidad, así como las instalaciones las cuales se comparan a las de los mejores hospitales americanos. En entrevista con autoridades mexicanas, se presume que desde el inicio del programa de Turismo Médico, la mayoría de los usuarios han sido mexicanos residentes en Estados Unidos, quienes son de clase media y muchos de ellos son desempleados, o no cuentan con un seguro de cobertura amplia en su país de residencia. Sin embargo, las autoridades en México esperan que cada vez sean más los usuarios de origen anglosajón quienes adquieran servicios médicos en esta ciudad fronteriza.

Figura 2.11: Los hospitales parte del programa de Turismo Médico atienden a miles de pacientes de Estados Unidos y Canadá al año (The New York Times, 2012).



## 2.7 Odontología

La odontología se deriva como una de las ramas de las ciencias de la salud, la cual tiene que ver con el estudio de la salud bucal y dental. De acuerdo a lo descrito en el *Diccionario Ilustrado de Odontología* de Jablonski (1992, p. 847), la odontología se define como “la suma de conocimientos referentes a los dientes” y como “la ciencia y arte de prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades, lesiones y malformaciones de los dientes, los maxilares y la boca. La odontología se divide en las siguientes ramas o especialidades, según el portal Odonto-Red México (1998):

- **Odontología General** (Cirujano Dentista, Odontólogo, Estomatólogo): El Dentista de práctica general realiza el estudio, tratamiento y prevención de las afecciones bucales. Se apoya y coordina con los especialistas de las diferentes ramas de la odontología y medicina, mediante ínter consultas o remisión de pacientes para la realización de tratamientos complejos, específicos de otras especialidades.
- **Cirugía Maxilofacial** (Cirugía bucal, oral, maxilar): El Dentista especializado en Cirugía Maxilofacial realiza los estudios y tratamientos quirúrgicos de enfermedades y alteraciones en la cavidad bucal y tejidos relacionados, tales como extracciones quirúrgicas de quistes, dientes en mala posición, tratamiento de traumatismos, cirugía estética, post traumática, colocación de implantes, etc.
- **Endodoncia:** El Dentista especializado en Endodoncia realiza el estudio, tratamiento y prevención de las enfermedades del tejido nervioso y circulatorio de los órganos dentarios.
- **Odontopediatría:** El Dentista especializado en Odontopediatría realiza el estudio, tratamiento y prevención de los padecimientos del aparato masticatorio y órganos dentarios de niños y adolescentes. Se apoya y coordina con los especialistas de las diferentes ramas de la odontología y medicina, mediante ínter consultas o remisión de pacientes para la realización de tratamientos complejos, específicos de otras especialidades.

- **Ortodoncia y Ortopedia maxilar:** El Dentista especializado en Ortodoncia u Ortopedia realiza el estudio, tratamiento y/o prevención de las afecciones ocasionadas por anomalías de desarrollo, crecimiento y/o mala posición de los dientes.
- **Periodoncia (Parodoncia):** El Dentista especializado en Periodoncia realiza el estudio y tratamiento de las enfermedades y anomalías de las encías y del soporte óseo de los dientes.
- **Rehabilitación Bucal (Prótesis, Prostodoncia, Gnatología):** El Dentista especializado en Rehabilitación Bucal u Oral, realiza el estudio y tratamiento de las afecciones causadas por pérdida de dientes, malas posiciones, malformaciones, anomalías en la articulación mandibular, problemas de la mordida (oclusión).
- **Implantología:** El Dentista capacitado en Implantología realiza el estudio y tratamiento para la colocación de implantes en el hueso de los maxilares, para ser rehabilitados posteriormente con placas, coronas o puentes.
- **Cosmetología Dental:** Esta área de la Odontología está encaminada a la rehabilitación con fines estéticos de alteraciones en forma, color, tamaño y posición de los dientes, que producen una apariencia desagradable a la vista. Ese tipo de tratamientos son realizados por Cirujanos Dentistas de práctica general y especialistas en Rehabilitación.

Dentro de la odontología general, se deriva la llamada **odontología preventiva**, la cual involucra muchos de los procedimientos dentales practicados en la población comúnmente. De acuerdo a la definición que da Higashida en *Odontología Preventiva*, “la odontología preventiva es actitudes, aspecto que comprende el cambio en la escala de valores, cuyo valor más alto es el de mantenimiento de la salud bucal. Se puede definir como la suma total de esfuerzos por promover, mantener y restaurar la salud del individuo mediante la promoción, el mantenimiento y la restitución de la salud bucal” (Higashida, 2009, p. 2). Por lo general, las personas acuden a una consulta dental cuando los problemas de dentales ya están muy avanzados y resulta más difícil conservar los dientes

dañados. Es por esto que se recomienda ampliamente en la población practicar la odontología preventiva. Según Higashida (2009, pp. 2-3), se consideran como problemas de salud pública en el mundo los siguientes males:

- Caries dental
- Enfermedad periodontal
- Anomalías dentofaciales
- Maloclusiones
- Cáncer bucal
- Malformaciones de tejidos dentales
- Traumatismos maxilofaciales
- Fluorosis dental

## 2.8 Ingeniería de software

La ingeniería de software es una disciplina o área de la informática o Ciencias de la Computación, que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad que resuelven problemas de todo tipo. Hoy día es cada vez más frecuente la consideración de la *Ingeniería de software* como una nueva área de la ingeniería, y el *ingeniero de software* comienza a ser una profesión implantada en el mundo laboral internacional, con derechos, deberes y responsabilidades que cumplir, junto a una, ya, reconocida consideración social en el mundo empresarial y, por suerte, para esas personas con brillante futuro. De acuerdo a lo establecido en el libro *Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico* de Roger Pressman (2001), se describen las siguientes definiciones de Ingeniería de software:

Definición 1:

Ingeniería de software es el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software (Zelkovitz, 1978).

Definición 2:

Ingeniería de software es la aplicación práctica del conocimiento científico en el diseño y construcción de programas de computadora y la documentación asociada

requerida para desarrollar, operar (funcionar) y mantenerlos. Se conoce también como desarrollo de software o producción de software (Bohem, 1976).

Definición 3:

Ingeniería de software trata del establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable que sea fiable y trabaje en máquinas reales (Bauer, 1972).

Definición 4:

1.- La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación (funcionamiento) y mantenimiento del software; es decir, la aplicación de la ingeniería al software. 2.- El estudio de enfoques como en (1) (IEEE, 1993).

De igual manera, Ian Sommerville en su libro Ingeniería de Software (2005), da la siguiente definición de ingeniería de software: “La ingeniería del software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza”.

## **2.9 Modelos de Proceso de Software**

Dado que la ingeniería de software implica el uso de metodologías de desarrollo, a continuación se definen los modelos de proceso más importantes en la industria del software. Pero primeramente hay que definir qué es el modelo de proceso de software, el cual Sommerville (2005) lo define de la siguiente manera:

Una descripción simplificada de un proceso del software que presenta una visión de ese proceso. Estos modelos pueden incluir actividades que son parte de los procesos y productos del software y el papel de las personas involucradas en la ingeniería del software. Algunos ejemplos de estos tipos de modelos que se pueden producir son:

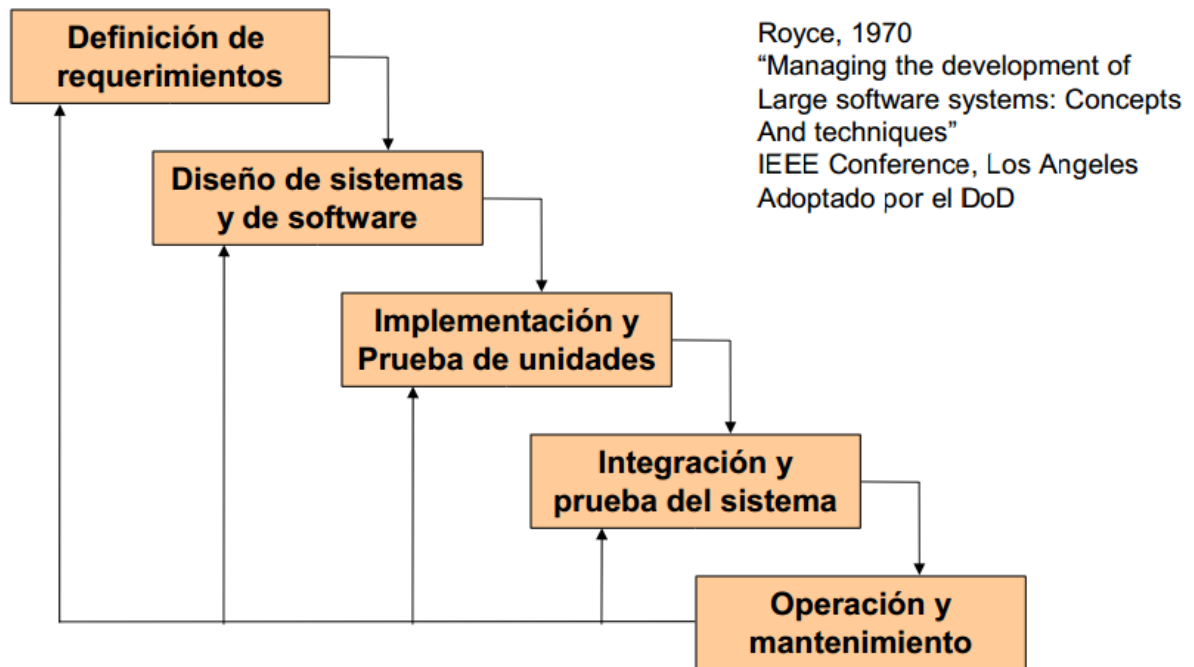
1. Un modelo de flujo de trabajo. Muestra la secuencia de actividades en el proceso junto con sus entradas, salidas y dependencias. Las actividades en este modelo representan acciones humanas.
2. Un modelo de flujo de datos o de actividad. Representa el proceso como un conjunto de actividades, cada una de las cuales realiza alguna transformación en los datos. Muestra cómo la entrada en el proceso, tal como una especificación, se transforma en una salida, tal como un diseño. Pueden representar transformaciones llevadas a cabo por las personas o por las computadoras.
3. Un modelo de rol/acción. Representa los roles de las personas involucradas en el proceso del software y las actividades de las que son responsables.

A continuación se describen los modelos genéricos, que suelen ser utilizados ampliamente en la práctica actual de la ingeniería del software (Sommerville, 2005, p. 61).

### **2.9.1 Modelo en cascada**

El primer modelo de proceso de desarrollo de software que se publicó se derivó de procesos de ingeniería de sistemas más generales (Royce 1970). Debido a la cascada de una fase a otra, dicho modelo se conoce como modelo en cascada o como ciclo de vida del software.

Figura 2.12: Modelo de cascada (Royce, 1970).

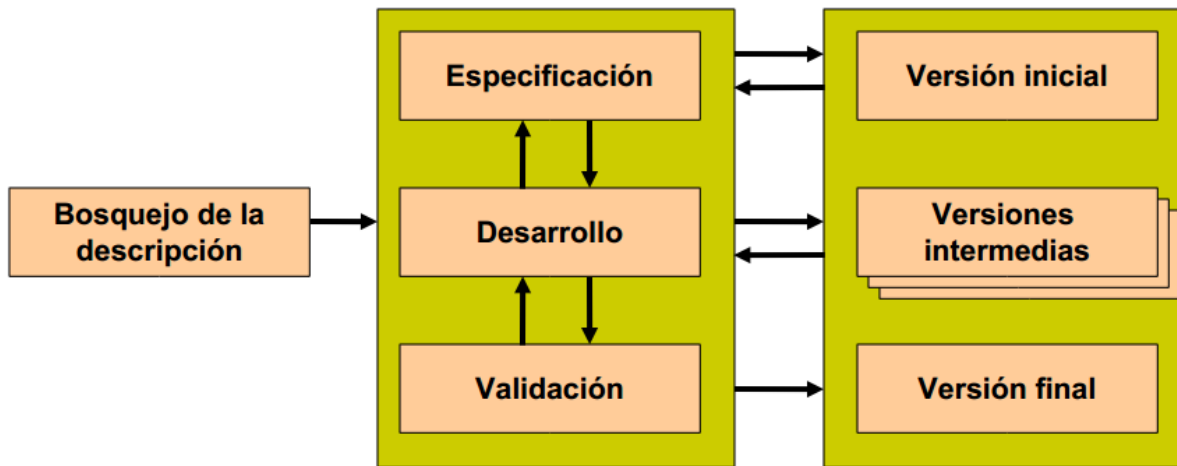


### 2.9.2 Desarrollo evolutivo

El desarrollo evolutivo se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que se desarrolla un sistema adecuado. Las actividades de especificación, desarrollo y validación se entrelazan en vez de separarse, con una rápida retroalimentación entre éstas. Existen dos tipos de desarrollo evolutivo:

- Desarrollo evolutivo
- Prototipos desechables

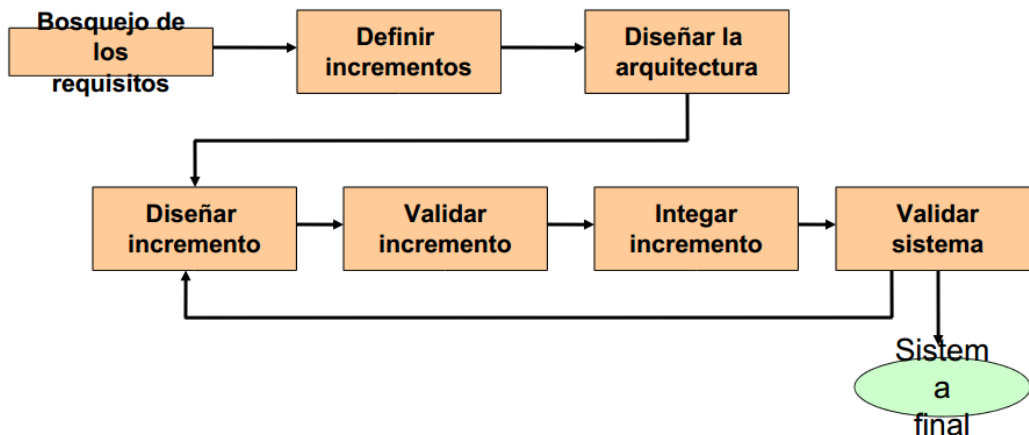
Figura 2.13: Desarrollo evolutivo.



### 2.9.3 Entrega incremental

La entrega incremental es un enfoque intermedio entre los modelos en cascada y evolutivos, que combina las ventajas de estos modelos. En un proceso de desarrollo incremental, los clientes identifican, a grandes rasgos, los servicios que proporcionará el sistema. Identifican qué servicios son más importantes y cuáles menos. Entonces, se definen varios incrementos en donde cada uno proporciona un subconjunto de la funcionalidad del sistema. La asignación de servicios a los incrementos depende de la prioridad del servicio con los servicios de prioridad más alta entregados primero.

Figura 2.14: Entrega incremental (Mills et al., 1980).

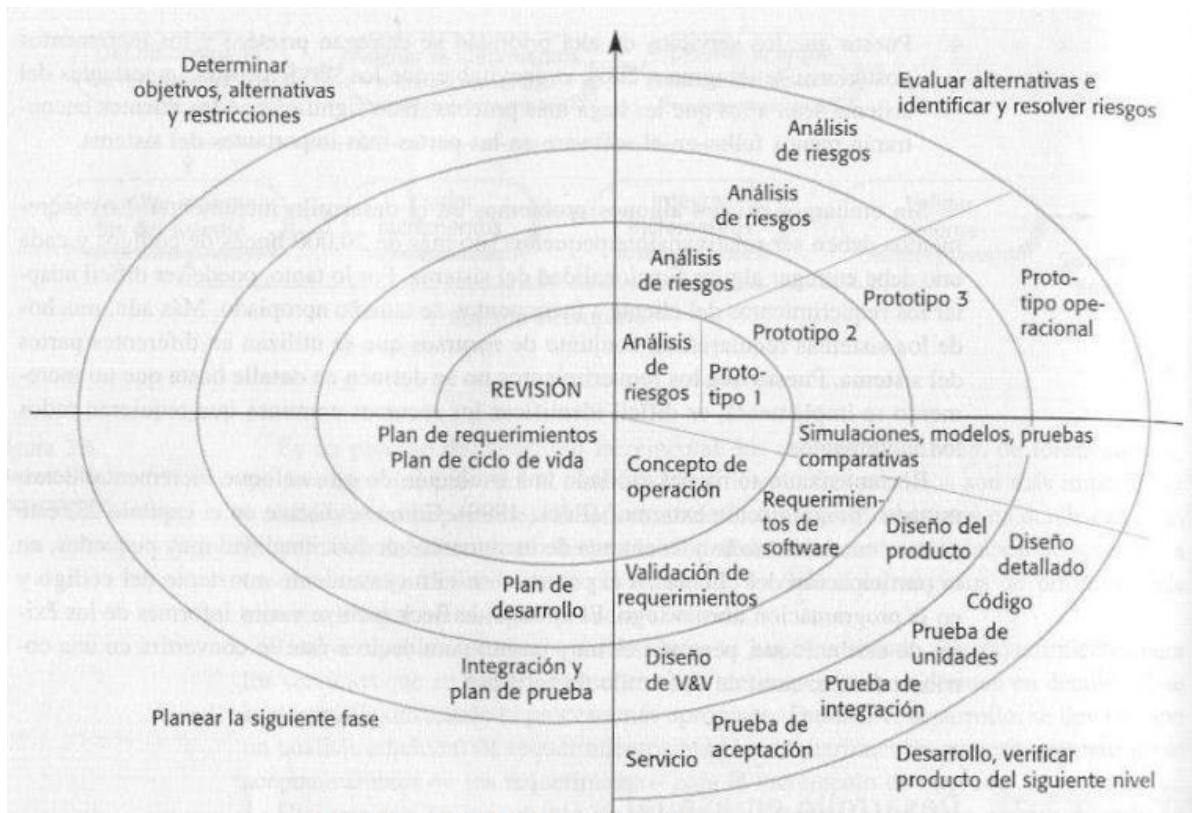


## 2.9.4 Modelo en espiral

El modelo en espiral del proceso de software fue originalmente propuesto por Boehm (Boehm, 1988). Más que representar el proceso de software como una secuencia de actividades con retrospectiva de una actividad a otra, se representa como una espiral. Cada ciclo en la espiral representa una fase del proceso del software. Así, el ciclo más interno podría referirse a la viabilidad del sistema, el siguiente ciclo a la definición de requerimientos, el siguiente ciclo al diseño del sistema, y así sucesivamente. Cada ciclo en espiral se divide en cuatro sectores:

1. Definición de objetivos;
2. Evaluación y reducción de riesgos;
3. Desarrollo y validación, y
4. Planificación

Figura 2.15: Modelo en espiral (Boehm, 1988).



### 2.9.5 Rational Unified Process (RUP)

RUP es un proceso de desarrollo de software, el cual consiste en una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades en una empresa de desarrollo. El objetivo del RUP es asegurar la producción de software de calidad que cumpla con las necesidades de los usuarios finales, dentro de plazos y presupuestos predecibles (Rational Software, 1998). Dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental (Astorga, 2004).

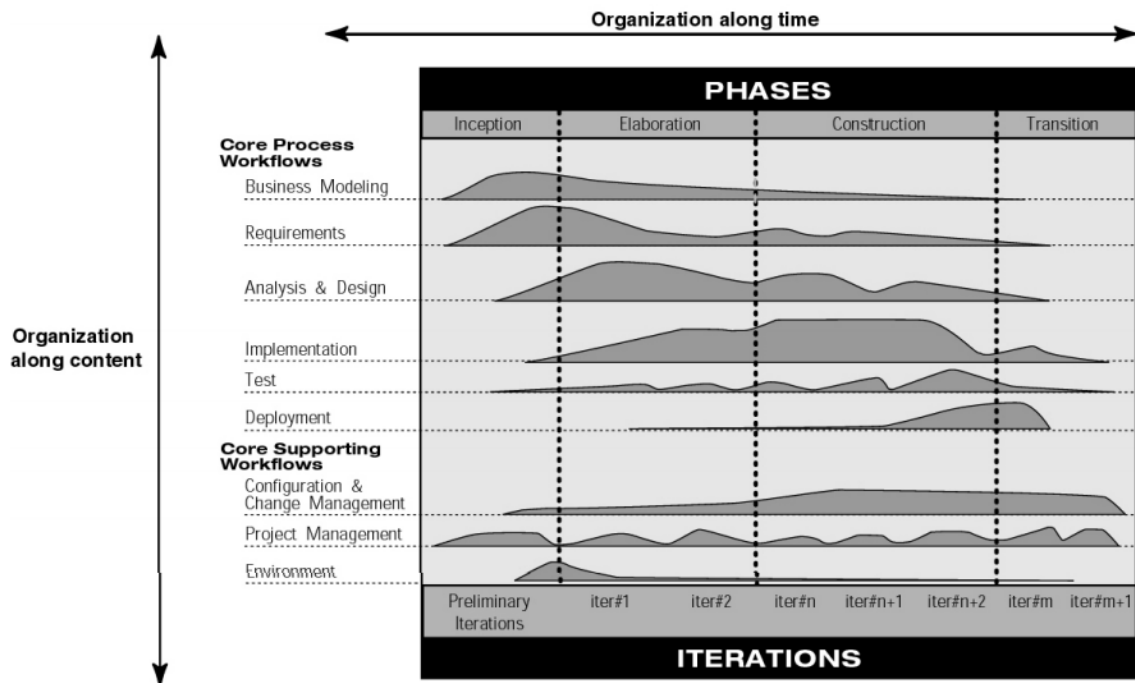
Los beneficios del RUP son los siguientes:

- Aumentar la productividad de los desarrolladores mediante acceso a bases de conocimiento, plantillas y herramientas.
- Se centra en la producción mantenimiento de modelos de sistemas más que en producir documentos.
- RUP es una guía de cómo usar UML de la forma más efectiva.
- Cuenta con herramientas las cuales permiten automatizar una gran parte del proceso.
- RUP es configurable.
- RUP cuenta con las mejores prácticas en cuanto a desarrollo de software de hoy en día, en una forma que es adecuada para una gran variedad de proyectos y organizaciones. Dichas prácticas se enlistan a continuación:
  - Desarrollar software iterativamente
  - Gestionar requerimientos
  - Utilizar arquitecturas basadas en componentes
  - Modelar el software de manera visual
  - Verificar la calidad del software
  - Controlar cambios del software

El proceso puede ser descrito en dos dimensiones o ejes:

- El eje horizontal representa el tiempo y muestra el aspecto dinámico del proceso mientras es llevado a cabo, y es expresado en términos de ciclos, fases, iteraciones e hitos.
- El eje vertical representa el aspecto estático del proceso: Cómo está descrito en términos de actividades, artefactos, trabajadores y flujos de trabajo.

Figura 2.16: Gráfica de modelo iterativo de RUP (Rational Software, 1998).



### 2.9.6 Métodos de desarrollo ágil

El Desarrollo ágil de software (también llamado *Agile*) no es un conjunto de herramientas o una metodología única, sino una filosofía plasmada en papel en 2001 con un período inicial de 17 signatarios. Agile fue una desviación significativa de metodologías de desarrollo pesadas basadas en documentación -tales como el modelo en cascada (Serena Software, 2007).

De acuerdo al Agile Software Manifesto (2001), dicha filosofía da énfasis en los siguientes aspectos:

- Individuos e interacciones, sobre procesos y herramientas.
- Software funcional, sobre documentación amplia.
- Colaboración por parte del cliente, sobre negociación de contratos.
- Respuesta al cambio, sobre seguir un plan.

Algunos de los métodos que forman parte del Agile Software Manifesto se enlistan a continuación (McLaughlin):

- Scrum
- Lean and Kanban Software Development
- Extreme Programming (XP)
- Crystal
- Dynamic Systems Development Method (DSDM)
- Feature-Driven Development (FDD)

### **3 Metodología**

Para desarrollar este caso práctico se decidió utilizar como modelo de proceso de software el Rational Unified Process (RUP). Como parte de la transmisión de video se utilizó como hardware de desarrollo los siguientes elementos:

- Cámara de video
- Equipo de cómputo
- Conexión a Internet

De igual manera se utilizaron los siguientes elementos de software y sistemas:

- Apache Http Server
- Adobe Media Server
- Adobe Flash Media Live Encoder
- PHP
- Navegador web (Google Chrome)

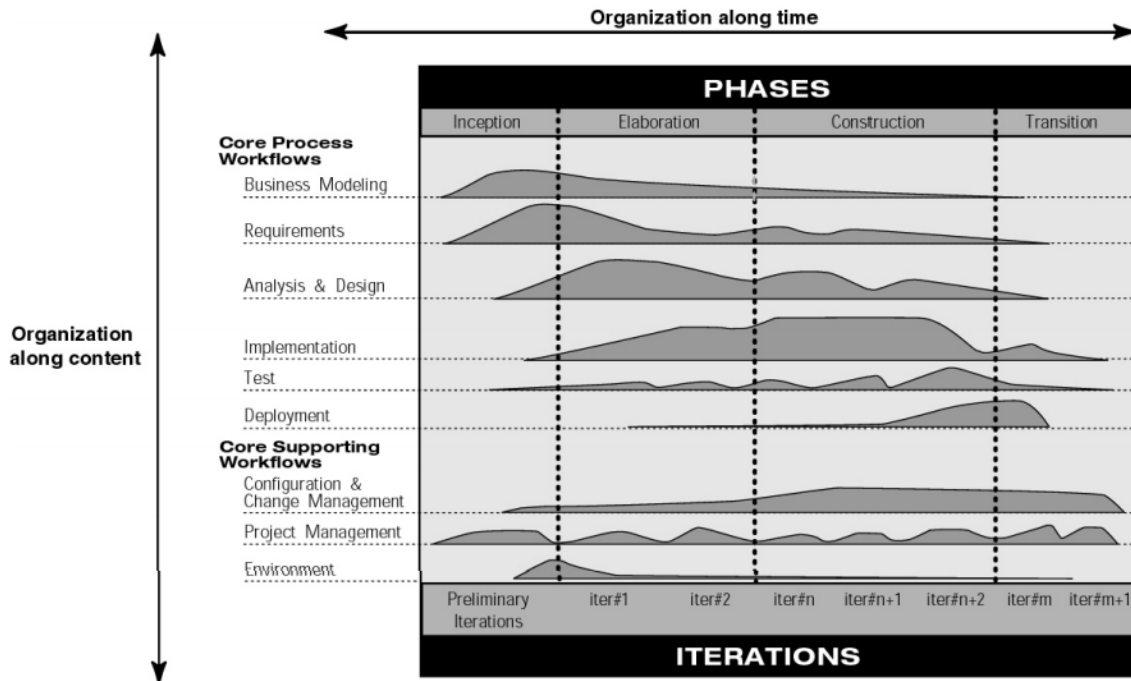
#### **3.1 Sujetos**

Durante el desarrollo de este caso práctico se realizaron investigaciones en uno de los consultorios pertenecientes al programa de Turismo Médico en la ciudad, de acuerdo a la Guía de Servicios Médicos en Mexicali (COTUCO, 2012). Se investigó cuáles son los seguros médicos que se aceptan en dicho consultorio, así como cuál es el procedimiento de reclamación para un seguro por parte de un dentista.

#### **3.2 Rational Unified Process (RUP)**

Para desarrollar este caso práctico, se decidió utilizar un modelo de desarrollo de software que sea robusto e incremental, debido a la complejidad que el sistema pueda adquirir en versiones posteriores, y a la ampliación del alcance del mismo conforme se vaya adaptando a las necesidades del o los usuarios. El modelo de desarrollo más indicado es el Rational Unified Process de IBM, el cual trata de un modelo iterativo e incremental, que puede adaptarse a las necesidades de la organización.

Figura 3.1: Gráfica de modelo iterativo de RUP (Rational Software, 1998).



Durante el proceso se utilizaron las disciplinas que forman parte del flujo de trabajo primario (Core Process Workflow), las cuales se enlistan a continuación:

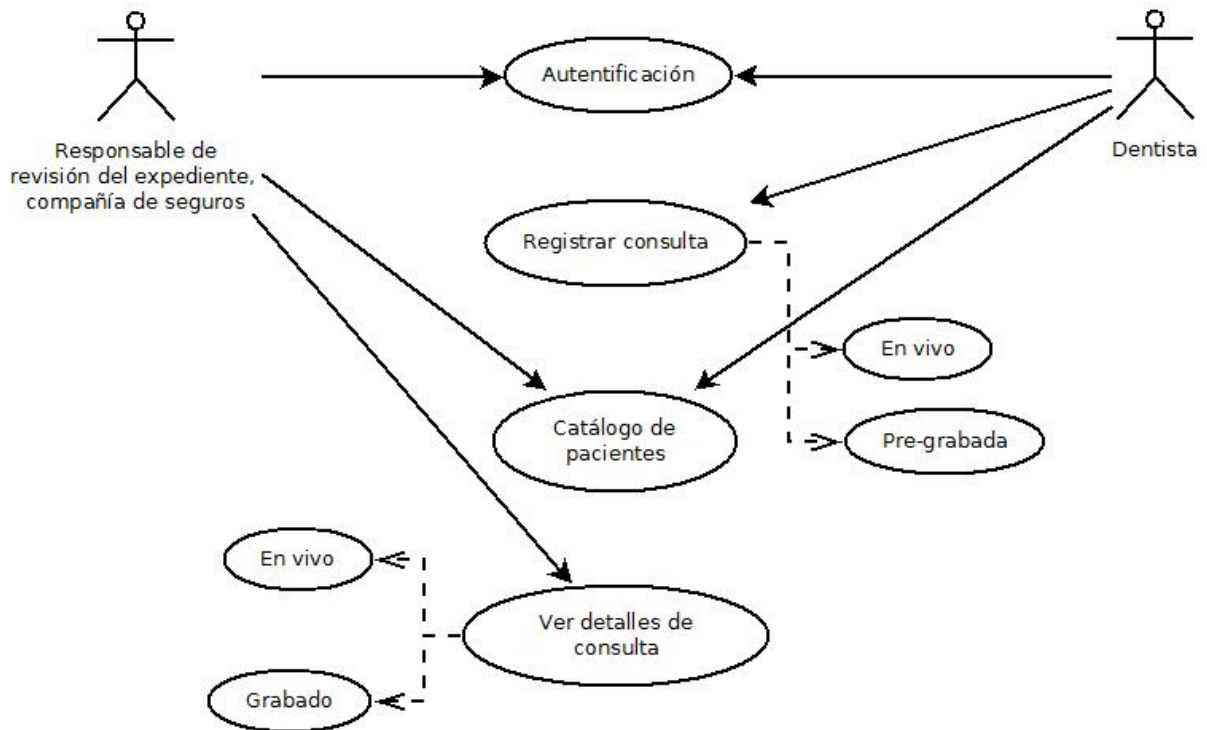
- Modelado de negocio
- Análisis de requerimientos
- Análisis y diseño
- Implementación
- Pruebas

Debido a que se trata de un sistema prototipo, sólo se generó una parte de los artefactos que forman parte del RUP, con el fin de generar documentación y permitir que el proyecto pueda ser retomado y darle mantenimiento por parte de un equipo de desarrollo mayor. Estos artefactos son los siguientes:

- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de clases
- Diagrama de componentes

En la figura 3.2 se muestra una visión general de las funcionalidades que conforman el sistema:

Figura 3.2: Diagrama de casos de uso del sistema.



### 3.3 Equipo de transmisión de video en vivo y sobre demanda

A continuación se muestran los esquemas de cómo deben de estar integrados los elementos del sistema de transmisión de video en vivo y sobre demanda:

Figura 3.3: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia sobre demanda (Girod, Universidad de Stanford, s.f.).

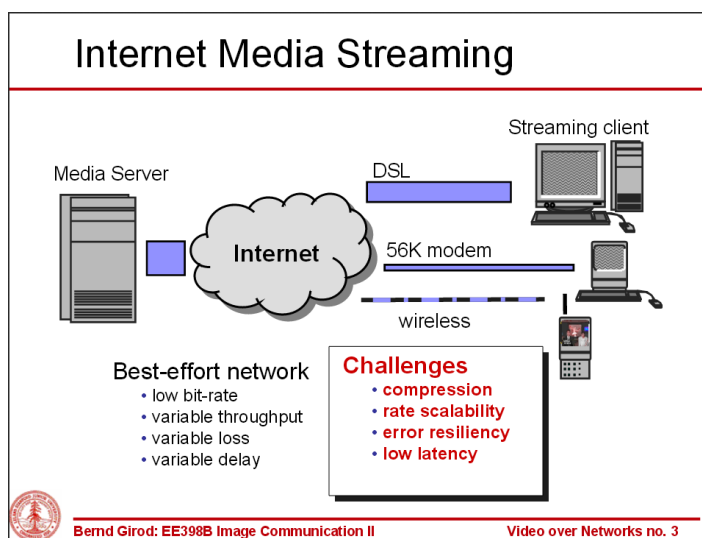
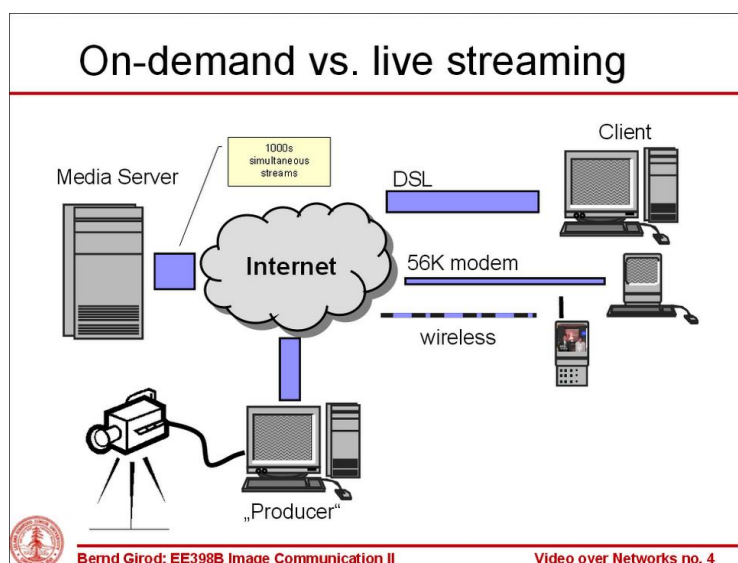


Figura 3.4: Esquema de un sistema de transmisión de multimedia en vivo (Girod, Universidad de Stanford, s.f.).



Para efectos de desarrollo de este caso práctico, este sistema se desarrolló dentro de una red de área local, y se hospedó en un servicio web como localhost.

### **3.3.1 Hardware para transmisión de video**

#### **3.3.1.1 Cámara de video**

Puede ser utilizada cualquiera de las cámaras que han sido mencionadas en el capítulo 2, que tenga habilitada la característica de enviar el video capturado a una PC. De preferencia, se recomienda utilizar cámaras que capturen video en resolución de 640\*480 pixeles y mayores, con el fin de brindar mayor calidad de imagen. La cámara a utilizar se debe conectar a la PC que sea asignada para la transmisión de video, por medio de la aplicación Adobe Flash Media Live Encoder.

#### **3.3.1.2 Equipo de cómputo**

La computadora que se utilizó para desarrollar el sistema fue una laptop marca Asus modelo Q301LA con sistema operativo Windows 8.1. En ella se instalaron todas las herramientas de software y equipo de hardware necesarios para el desarrollo del sistema web. Dicha computadora funcionó cumpliendo los roles tanto de *productor* capturando por medio de la cámara, como de servidor web y de transmisión, además como cliente para visualizar la página web desde un navegador.

#### **3.3.1.3 Conexión a Internet**

Debido a que el sistema fue desarrollado en un entorno local (localhost), no se requirió una conexión a Internet durante dicho desarrollo. Sin embargo, se requiere de una conexión a Internet una vez que el sistema sea hospedado en su correspondiente host remoto en Amazon Web Services.

### **3.3.2 Software para transmisión de video**

#### **3.3.2.1 Apache Http Server**

El HTTP Daemon de Apache ha sido el servidor web más popular en Internet desde Abril de 1996 de acuerdo a lo declarado en el sitio oficial de Apache HTTP Server Project (2014). Este sistema cuenta con un número dado de ventajas para desarrolladores de sistemas web, entre ellos se encuentra que la licencia de uso es

gratuita, es eficiente, extensible y seguro. La versión de Adobe Media Server Starter Edition, que fue la que se utilizó para realizar el desarrollo del prototipo, viene integrada al Apache Http Server por defecto, por lo que se decidió continuar con tal servidor web.

### **3.3.2.2 Adobe Media Server**

Se decidió utilizar Adobe Media Server 5.0, el cual permite realizar transmisiones de video en vivo y sobre demanda e incorporarlas a aplicaciones web. Los contenidos transmitidos por medio de Adobe Media Server pueden ser visualizados tanto en sistemas que cuenten con soporte para Adobe Flash Player como en sistemas iOS, los cuales cuentan con soporte para HTML5. Para utilizar Adobe Media Server, se debe de contar con un sistema con las siguientes características:

Sistemas operativos soportados: Linux CentOS 5.8 64-bit, Microsoft Windows Server 2008 R2 64-bit, y Red-Hat Enterprise Linux Server 5.5 64-bit.

Requerimientos de hardware: Procesador Intel Pentium 4 3.2 GHz (doble Intel Xenón o superior recomendado), 4 GB de memoria RAM (8 GB recomendado), tarjeta de red Ethernet de 1 GB recomendada.

La versión Starter de Adobe Media Server, la cual se utilizó para el desarrollo del prototipo, cuenta con soporte para el sistema de servicios web Apache HTTP Server.

El servicio de Adobe Media Server fue instalado en el servidor de aplicaciones web

### **3.3.2.3 Amazon Web Services**

De los servicios de hospedaje mencionados en el capítulo 2, se propone que el más adecuado para la implementación del sistema es Amazon Web Services, ya que cuenta con soporte para hospedar aplicaciones web que cuenten con servicios de transmisión sobre demanda y en vivo por medio de la tecnología Adobe Media Server, además de contar con otros servicios adicionales como hospedaje de archivos en la nube, seguridad y comercio electrónico, por mencionar algunos. Por

otra parte, Amazon Web Services maneja el concepto de cómputo elástico, mediante el cual dicho proveedor de servicios en internet solamente cobra por lo que el cliente usa con respecto a recursos de hardware, espacio físico en disco, memoria RAM y ancho de banda, entre otras características, se refiere.

Sin embargo, para efectos de desarrollo, no se han utilizado los servicios de Amazon Web Services, ya que, como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo se realizó de manera local. Se tiene contemplado que dicho servicio se adquiera una vez la aplicación web sea implementada a nivel de pruebas en producción.

#### **3.3.2.4 Web Media Live Encoder HD**

Web Media Live Encoder HD es un producto innovador el cual es capaz de trabajar con cualquier servidor que maneje el protocolo RTMP (Real Time Media Protocol) o RTMFP (Real Time Media Flow Protocol), el cual ofrece distintas opciones de control en la transmisión que se desee realizar. Se puede elegir entre transmitir solamente audio, solamente video, o ambos. Por medio de una interface intuitiva y comercialmente estandarizada, es la opción perfecta para soluciones de transmisión de medios.

Existe una versión de prueba y una de paga de esta herramienta. Para efectos de desarrollo, se ha decidido utilizar la versión de prueba, la cual ha sido empotrada a la aplicación web y probada por medio del navegador Google Chrome. Se requiere que el servidor en donde se hospede la herramienta cuente con soporte para PHP.

#### **3.3.2.5 PHP**

PHP es un popular lenguaje de scripting de propósito general que es especialmente adecuado para el desarrollo Web. Rápido, flexible y pragmático, PHP da impulso a todo, desde blogs hasta a los sitios web más populares en el mundo (PHP, 2014). PHP cuenta con compatibilidad con Adobe Media Server, por lo que se decidió utilizar este lenguaje para desarrollar el sistema. Este lenguaje permite desarrollar sitios web dinámicos, en los que se pueden integrar conexiones

con bases de datos y de esta manera crear sistemas de información basados en web. PHP requiere instalarse en un sistema de servicio web, en este caso el Apache HTTP Server, el cual permite recibir peticiones de páginas web y a su vez envía como respuesta contenidos en lenguaje HTML, para posteriormente ser desplegado en navegadores web.

### **3.3.2.6 Navegador web**

El sistema tiene la capacidad de desplegarse en los navegadores web más utilizados en la actualidad, tales como Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox y Google Chrome. Durante el desarrollo del proyecto se utilizó mayormente Google Chrome, aunque se han hecho pruebas de compatibilidad con otros navegadores.

### **3.3.2.7 MySQL**

MySQL es la base de datos de código abierto más popular del mundo. MySQL ofrece un sistema de bases de datos de alto rendimiento y escalable para grandes y pequeñas empresas (MySQL, 2014). MySQL ofrece otras ventajas como son sus versiones gratuitas, herramientas para desarrolladores, soporte técnico continuo, gran uso por parte de la comunidad de desarrolladores web, portabilidad, y su facilidad de uso gracias al uso del lenguaje SQL. Con el fin de desarrollar este proyecto, se decidió utilizar este manejador en su versión esencial 5.0.

## 4 Resultados

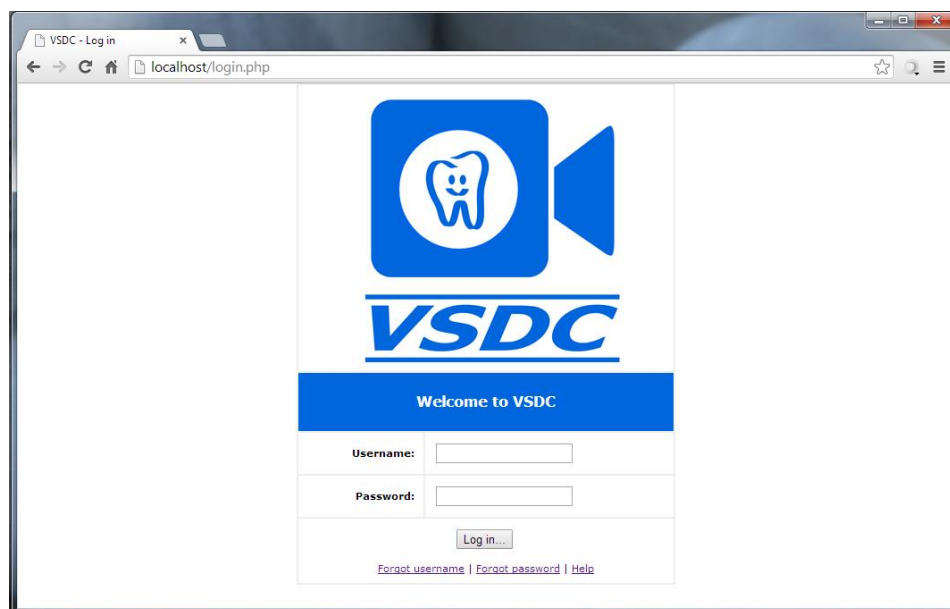
El nombre del sistema será *Electronic Video Data Streaming and Storage System for Dental Care Services Across Borders*. Debido a lo largo del nombre, se hará referencia a él en su fase de prototipo como **VSDC**, tomando del nombre las iniciales de las palabras *Video Streaming Dental Care*. En la figura 4.1 se muestra el logo que se diseñó para utilizarse en el sistema.

Figura 4.1: Logotipo para el sistema VSDC, diseñado por Alexis Manzo.



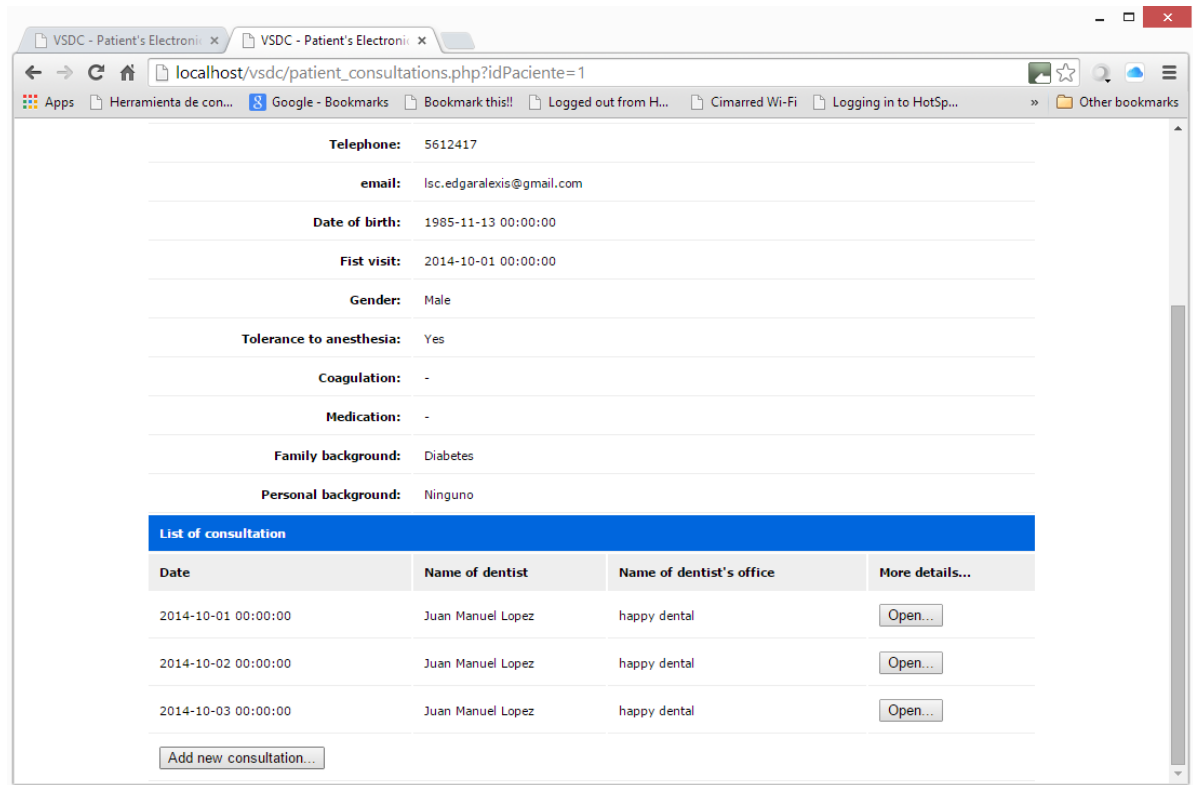
El funcionamiento del sistema es el siguiente: Tanto el Dentista como el Responsable de la revisión de los expedientes deben contar con las credenciales necesarias para tener acceso al sistema. Al momento de entrar al mismo, deben autenticarse en la pantalla de Log in.

Figura 4.2: Pantalla de Log in.



En la figura 4.3 se muestra la pantalla en la que el Dentista puede ver las consultas registradas, así como el botón para agregar una nueva consulta en vivo (Add new consultation).

Figura 4.3: Pantalla para agregar una consulta nueva.



En la figura 4.4 se muestra la pantalla en la que el Dentista captura la información de la consulta a realizar.

Figura 4.4: Agregar una consulta nueva.

VSDC - Patient's Electroni x VSDC - Add a New Consul x

localhost/vsdc/add\_consultation.php?idPaciente=1

Apps Herramienta de con... Google - Bookmarks Bookmark this!! Logged out from H... Cimarred Wi-Fi Logging in to HotSp... Other bookmarks

**VSDC**

**Add a New Consultation**

Please fill up the following form for a new consultation to **Edgar Alexis Manzo Vega.....**

**Patient's name:** Alexis Manzo

**Dentist's name:** Juan Manuel Lopez

**Name of dentist's office:** happy dental

**Cause:** Dolor en la encia superior izquierda

**Preliminary diagnosis:** Infeccion en la encia superior izquierda

**Procedures made:** Se requiere de un trabajo de legrado en la encia infectada

**Date:** 2014-10-30

**Current disease:**

**Odontogram:**

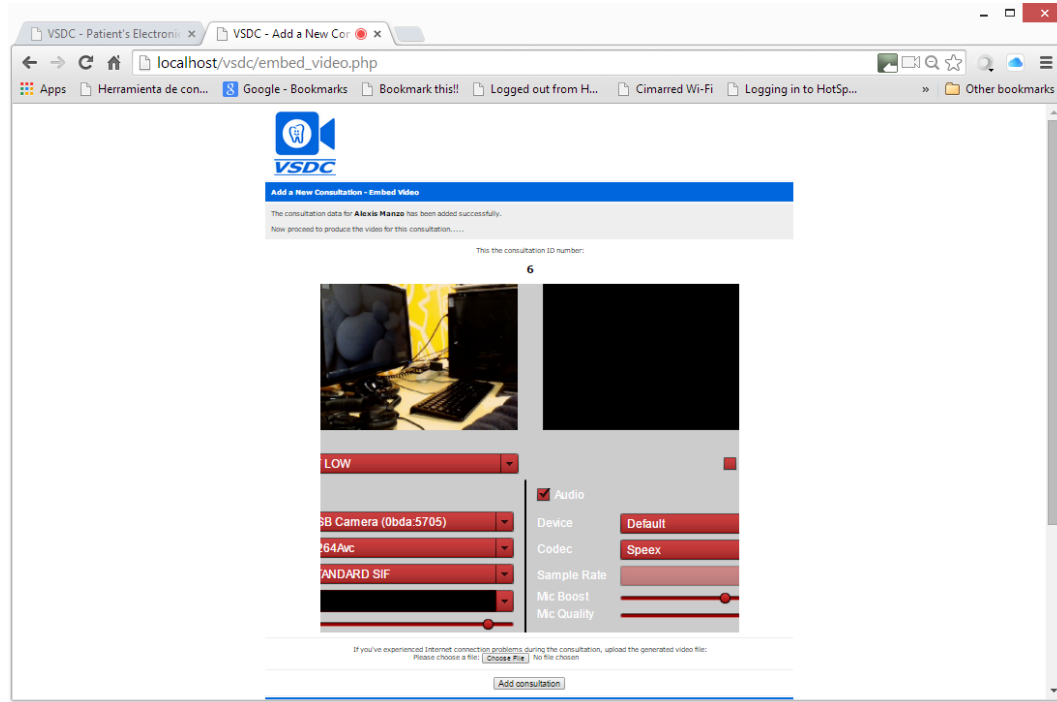
**Final diagnosis:** Infeccion en la encia superior izquierda

Embed video to consultation...

Después de ingresar los datos de la consulta, en la figura 4.5 se muestra la siguiente pantalla, en donde el Dentista procede a capturar el video de la consulta por medio de un software empotrado a la página web, el cual se encargará de hacer la captura del video y enviarlo al servidor de streaming con el fin de que éste último lo transmita hacia el Responsable de revisión de evidencias, y de esta forma llevar a cabo la transmisión. Una vez terminado el tiempo y el proceso establecido de transmisión de la consulta, el Dentista presiona el botón para Anexar el video al

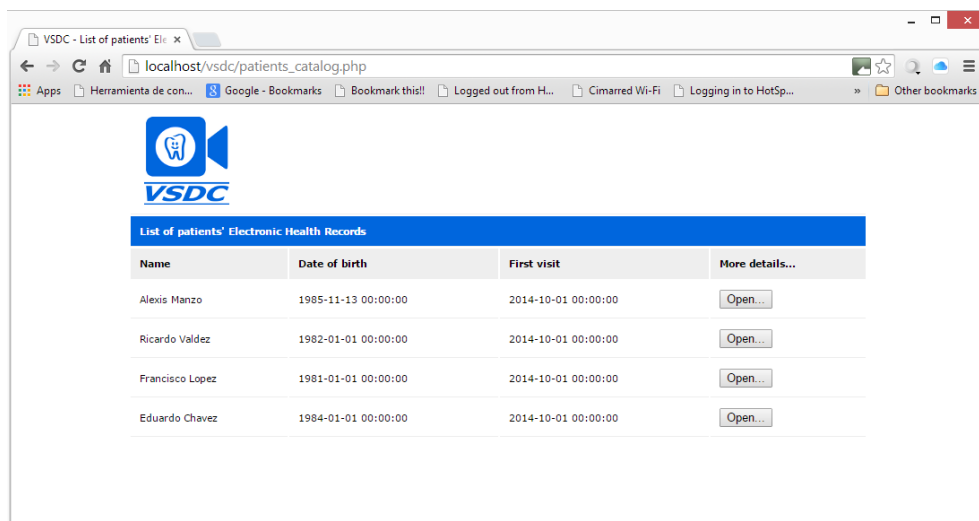
expediente correspondiente y finalmente agregar la consulta al sistema (Add Consultation). Con esto, queda terminado el proceso para agregar una consulta.

Figura 4.5: Pantalla para ligar transmisión de video a los datos de la consulta.



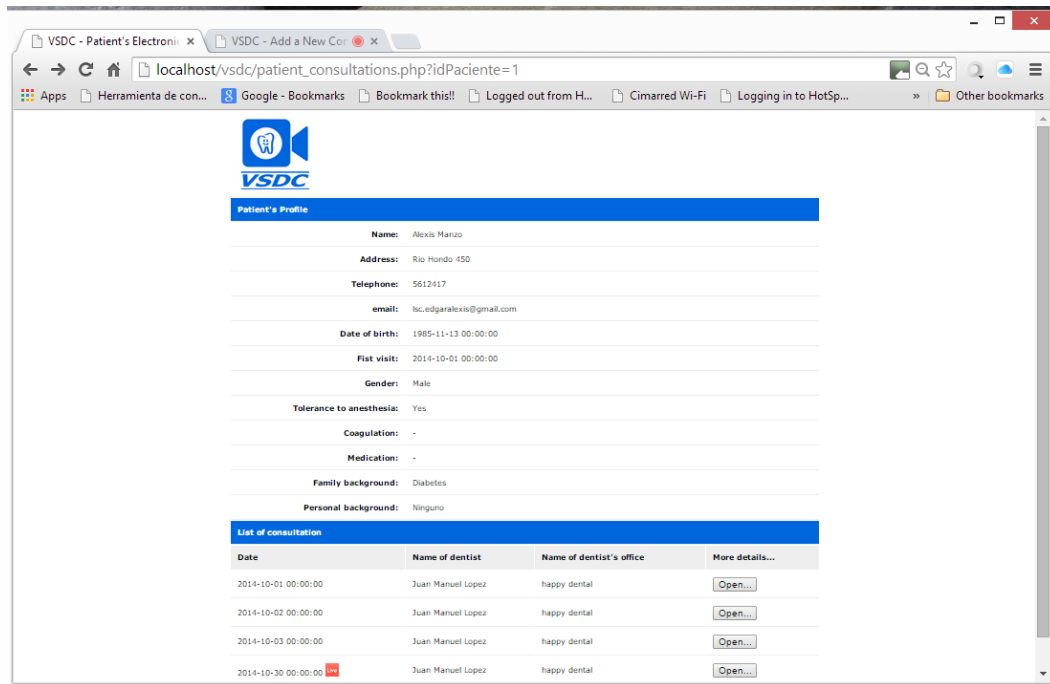
En la figura 4.6 se muestra la pantalla en la cual el Responsable de la Revisión de Evidencias puede elegir el expediente del paciente que desea visualizar.

Figura 4.6: Lista de expedientes de los pacientes.



En la figura 4.7, el Responsable de la Revisión de Evidencias puede visualizar los detalles de la información del paciente, así como la lista de consultas que han sido registradas en el sistema y, en el caso de que hubiese, una consulta que se esté llevando a cabo en vivo. La consulta transmitida en vivo se caracterizará del resto de las consultas, ya que tendrá el ícono de “Live” al lado de la fecha.

Figura 4.7: Expediente electrónico del paciente.



Al elegir visualizar los detalles de una consulta específica, en las figuras 4.8 y 4.9 se muestra la pantalla donde el Responsable de la revisión de evidencias puede visualizar el video de la consulta en vivo, así como los detalles de la información referente a la consulta. El procedimiento es similar para visualizar consultas anteriormente registradas.

Figura 4.8: Visualización en video sobre demanda de la consulta previamente registrada (Cargando búfer).

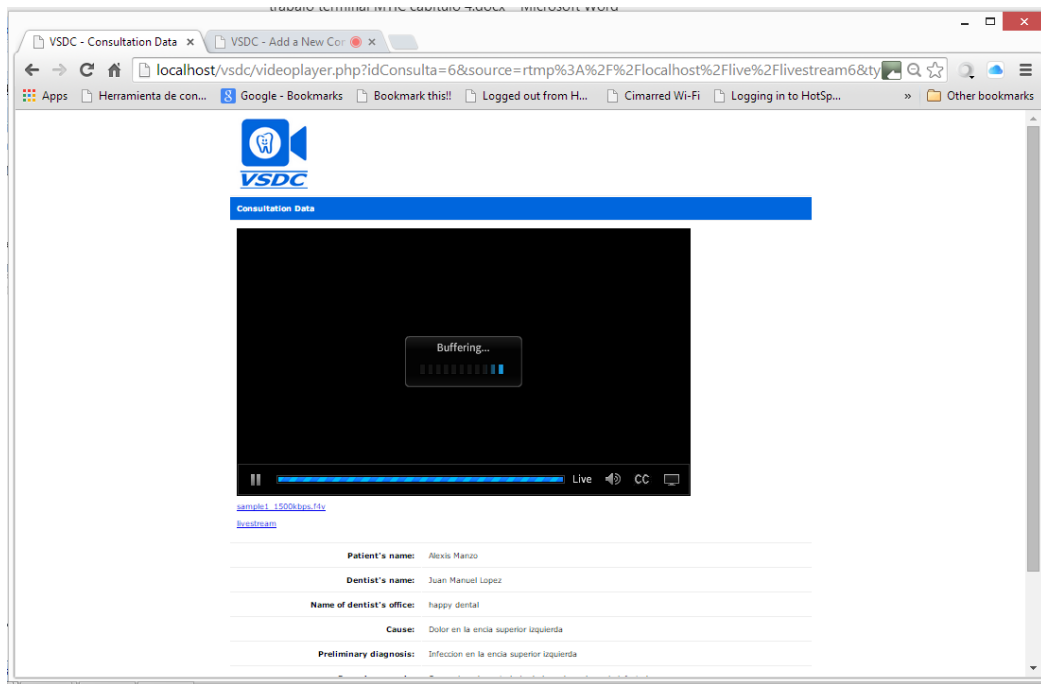
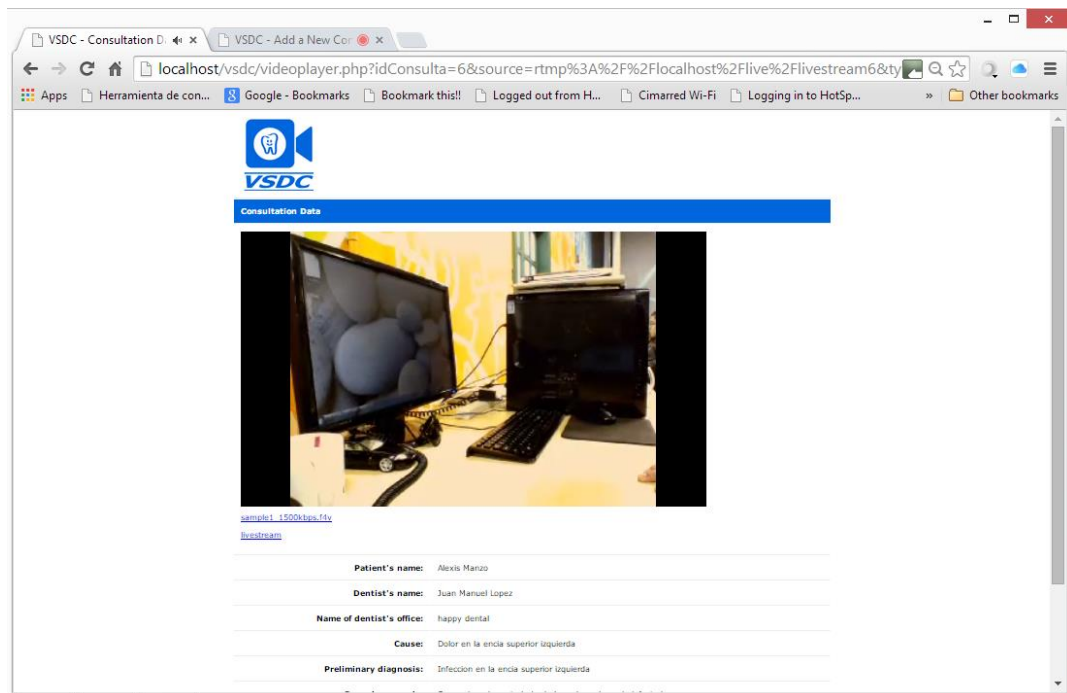


Figura 4.9: Visualización en video sobre demanda de la consulta previamente registrada (Video captado en vivo).



Se presentó un avance del proyecto por medio de una demostración de las funcionalidades del sistema VSDC a miembros del Cluster Médico de la ciudad de Mexicali, B.C., entre quienes se encuentran Ana Luisa García R., coordinadora operativa de Mexicali Health Care, y Andrea González Acevedo, coordinadora del Área de Turismo de Salud Delegación Secture Mexicali, en instalaciones de la Facultad de Ciencias Administrativas de la UABC Campus Mexicali. Se contó además con la participación de la Dra. Sandra Julieta Saldivar González, coordinadora del programa de MTIC de la Facultad, así como la Dra. Claudia Viviana Álvarez Vega, miembro del núcleo académico del programa antes mencionado, y la M.A. Mayda González Espinoza, coordinadora del programa educativo Licenciado en Gestión Turística.

En esta reunión se tocaron temas relacionados con el proyecto desarrollado en esta tesis, tales como una breve introducción y una demostración del potencial del mercado de turismo médico en Mexicali y la viabilidad que existe para invertir en él y administrarlo de manera estratégica; la problemática que existe sobre el fraude a compañías aseguradoras en Estados Unidos y cómo le puede beneficiar a la comunidad médica de Mexicali el buscar la manera de combatirla; una solución propuesta para la resolución de dicha problemática, mediante el uso de las TICs; los beneficios de usar dicha solución; descripción de la solución propuesta (demostración de la aplicación Web); criterios del video a capturar; posibles problemas que tengan los dentistas al momento de realizar la reclamación del seguro médico; sugerencias de mejoras al sistema; clientes potenciales para adquisición del sistema; y algunos hallazgos como el crecer este sistema a un CRM (Sistema de Gestión de Relaciones con los Clientes) incorporando la historia clínica del paciente y la parte administrativa del negocio.

Se llegó al acuerdo de organizar una segunda demostración, invitando al Sr. (poner el nombre del dentista), quien dará su aportación y retroalimentación al sistema con el fin de lograr mejorarlo y hacerlo más útil, tanto para los dentistas como para las compañías aseguradoras.

## **5 Conclusiones y Recomendaciones**

El sistema VSDC, producto del desarrollo de este caso práctico, logrará generar videos de las consultas dentales que proporcionarán una evidencia y así ayude a aumentar de manera significativa la prevención efectiva de fraudes a compañías aseguradoras. Como consecuencia, se verán beneficiadas en cuestiones como menor inversión económica y esfuerzos técnicos y humanos para la persecución de los fraudes, lo que les generará una pérdida económica significativamente menor.

Además, Se presume que el sector económico del Turismo Médico tiene grandes oportunidades para que en él se implemente un mayor número de tecnologías de la información de manera estratégica que permitan hacerlo crecer. El uso de tecnologías como el sistema VSDC en consultorios dentales de Mexicali, ayudará de manera estratégica a cumplir con objetivos como mejorar la calidad de servicio médico, lo que brindará una mejor imagen a los servicios que proporciona el Turismo Médico en la ciudad.

Por último, este sistema puede ser considerado para ampliar su uso como un sistema de expedientes dentales electrónicos, y su información pueda ser exportada a otros sistemas de expedientes electrónicos para pacientes de EE.UU., en donde la ley HITECH, promulgada en 2009, promueve la migración de los expedientes médicos de los ciudadanos a sistemas de información electrónicos compatibles entre distintas organizaciones (HHS, 2009). Por tanto, ofrecer dicho servicio en Mexicali le daría presumiblemente una gran ventaja competitiva ante otras ciudades de México que ofrecen Turismo Médico, y generará mayores entradas de dinero de pacientes americanos. Además, por medio de este proyecto se promueve el uso de servicios dentales y de desarrollo de software hechos en México, al ofrecer servicios de alta calidad y vanguardia en su tipo.

## 6 Referencias

1. Kosinska, J. & Slowikowski, P. (2004). *Studies in Health Technology and Informatics volume 105: Transformation of Healthcare with Information Technologies*. Amsterdam, NLD: IOSPress.
2. Redacción ElImparcial. (2012). Recibirá ISSSTESON equipo de resonancia magnética. ElImparcial.com. Consultado el 6 de agosto de 2013 en: <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/26032012/581592.aspx>
3. Saldaña, E. & Garza-Cantú, M. (2003). El ISSSTE y los servicios médicos a distancia. Política Digital. Consultado el 2 de julio de 2013 en: <http://www.politicadigital.com.mx/?P=leernoticia&Article=2113&c=104>
4. Saldaña, E. & Garza-Cantú, M. (2010). Telemedicina en ISSSTE, avances y retos. Política Digital. Consultado el 2 de junio de 2013 en: <http://www.politicadigital.com.mx/?P=leernoticia&Article=20707>
5. Gómez González, A., García García, E. & Villagómez Herrera, A. (2007). Programa nacional de Telesalud para México. *Revista eSalud.com*. Consultado el 2 de julio de 2013 en: <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/135/394>
6. CNNMéxico (2012). Un hospital ‘transmitirá’ en vivo una cirugía cerebral en redes sociales. CNN México. Consultado el 7 de agosto de 2013 en: <http://mexico.cnn.com/salud/2012/05/08/un-hospital-transmitira-en-vivo-una-cirurgia-cerebral-en-redes-sociales>
7. CNNMéxico (2013). Un médico español transmite una cirugía a través de sus Google Glass. CNN México. Consultado el 7 de agosto de 2013 en: <http://mexico.cnn.com/tecnologia/2013/06/21/un-medico-espanol-transmite-una-cirujia-a-traves-de-sus-google-glass>
8. CNNMéxico (2013). Douglas Engelbart, una leyenda informática a la que agradecerás a diario. CNN México. Consultado el 11 de julio de 2013 en: <http://mexico.cnn.com/tecnologia/2013/07/04/douglas-engelbart-una-leyenda-informatica-a-la-que-agradeceras-a-diario>

9. Stanford University (2013). The Mother of All Demos. Stanford University webpage. Consultado el 11 de julio de 2013 en:  
<http://sloan.stanford.edu/mousesite/1968Demo.html>
10. Markoff, J. (2013). Douglas C. Engelbart Computer Visionary Who Invented the Mouse. The New York Times. Consultado el 12 de julio de 2013 en:  
[http://www.nytimes.com/2013/07/04/technology/douglas-c-engelbart-inventor-of-the-computer-mouse-dies-at-88.html?pagewanted=all&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/07/04/technology/douglas-c-engelbart-inventor-of-the-computer-mouse-dies-at-88.html?pagewanted=all&_r=0)
11. Zambelli, A. (2013). A history of media streaming and the future of connected TV. The Guardian. Consultado el 8 de agosto de 2013 en:  
<http://www.theguardian.com/media-network/media-network-blog/2013/mar/01/history-streaming-future-connected-tv>
12. Chou, P. & Van Der Schaar, M. (2007). *Multimedia Over IP and Wireless Networks: Compression, Networking and Systems*. Academic Press.
13. Honeywell inc. (2013). HD3MDIPX. Honeywell inc. Consultado el 8 de agosto de 2013  
en:[http://www.security.honeywell.com/me/video/documents/Honeywell\\_HD3MDIPX\\_DS\\_ME.pdf](http://www.security.honeywell.com/me/video/documents/Honeywell_HD3MDIPX_DS_ME.pdf)
14. Audi AG (2012). New Audi Cam brings servicing to the small screen. Audi AG. Consultado el 9 de agosto de 2013 en: <http://www.audi.co.uk/about-audi/latest-news/new-audi-cam-brings-servicing-small-screen.html>
15. Bridge, P., Jackson, M. & Robinson, L. The effectiveness of streaming video on Medical Student Learning: A case study. National Institute of Health. Consultado el 9 de agosto de 2013 en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2779626/>
16. CESTUR (2012). Plan integral de turismo médico, Comité de Turismo y Cconvenciones del municipio de Mexicali, Baja California. Secretaría de Turismo. Consultado el 12 de agosto de 2013  
en:[http://cestur.sectur.gob.mx/pdf/casosdeexito/turismoydesarrollo/Ficha\\_Tecnica\\_Turismo\\_Medico\\_Mexicali.pdf](http://cestur.sectur.gob.mx/pdf/casosdeexito/turismoydesarrollo/Ficha_Tecnica_Turismo_Medico_Mexicali.pdf)
17. Medina, J (2012). Mexicali Tour, from tummy tuck to root canal. The New York Times. Consultado el 12 de agosto de 2013 en:

- [http://www.nytimes.com/2012/06/28/health/mexicali-lures-american-tourists-with-medical-care.html?\\_r=2&](http://www.nytimes.com/2012/06/28/health/mexicali-lures-american-tourists-with-medical-care.html?_r=2&)
18. Secretaría de Turismo (2010). Boletín 013 Impulsa gobierno federal política pública para Turismo Médico. Secretaría de Turismo. Consultado el 12 de agosto de 2013 en:  
[http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect\\_Boletin\\_013\\_Impulsa\\_Gobierno\\_Federal\\_Politica](http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_Boletin_013_Impulsa_Gobierno_Federal_Politica)
  19. Girod, B. (2013). Video over Networks. Stanford University. Consultado el 12 de agosto de 2013 en:  
<http://www.stanford.edu/class/ee398b/handouts/lectures/08-VideoOverNetworks.pdf>
  20. Bradley, P. (2000). *World Wide Web: How to Design and Construct Web Pages (2<sup>nd</sup> edition)*. Taylor & Francis.
  21. Deitel & Deitel (2008). *Internet and World Wide Web How to Program, (4<sup>th</sup> edition)*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.
  22. Luján Mora, S. (2002). *Programación de Aplicaciones Web: Historia, Principios Básicos y Clientes Web*. Alicante, España: Editorial Club Universitario.
  23. Himss (2013). Electronic Health Records. Himss. Consultado el 13 de agosto de 2013 en: <http://www.himss.org/library/ehr/?navItemNumber=13261>
  24. Wegman, D. (2011). *Incorporating Occupational Information in Electronic Health Records*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
  25. Seon Ho, K., Shahabi, C. & Zimmermann, R. (2003). *Streaming Media Server Design*. Prentice Hall.
  26. Jablonski, S. (1992). *Diccionario Ilustrado de Odontología*. Editorial Medica Panamericana.
  27. Higashida, B. (2009). *Odontología Preventiva*. McGraw-Hill Interamericana.
  28. Logitech (2013). Logitech Broadcaster WI-FI webcam. Logitech, Inc. Consultado el 14 de agosto de 2013 en: <http://www.logitech.com/en-us/product/broadcaster-wifi-webcam>

29. Google (2013). Google Glass: What it Does. Google, Inc. Consultado el 14 de agosto de 2013 en: <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>
30. Nikon (2013). Nikon COOLPIX P520. Nikon USA. Consultado el 14 de agosto de 2013 en: <http://www.nikonusa.com/en/Nikon-Products/Product/Compact-Digital-Cameras/26397/COOLPIX-P520.html>
31. Dürr Dental (2013). Vistacam iX – One camera, many options. Dürr Dental. Consultado el 14 de agosto de 2013 en: <http://www.duerrdental.com/en/products/imaging/vistacam-intraoral-camera-systems/vistacam-ix/>
32. Strauss, N. (1994). Rolling Stones Live on Internet: Both a Big Deal and a Little Deal. The New York Times. Consultado el 10 de marzo de 2014 en: <http://www.nytimes.com/1994/11/22/arts/rolling-stones-live-on-internet-both-a-big-deal-and-a-little-deal.html>
33. González, S. (2014). México, segundo lugar en turismo de salud; captó 2 mil 847 mdd en 2013. La Jornada. Consultado el 10 de marzo de 2014 en: <http://www.jornada.unam.mx/2014/02/09/economia/020n1eco>
34. Pro México (2013). Why Mexico? Because of its Macroeconomic Stability and Business Environment. Secretaría de Economía. Consultado el 10 de marzo de 2014 en: [http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/salud\\_perfil\\_del\\_sector](http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/salud_perfil_del_sector)
35. Federal Bureau of Investigation. Health Care Fraud. Federal Bureau of Investigation. Consultado el 23 de julio de 2014 en: [http://www.fbi.gov/about-us/investigate/white\\_collar/health-care-fraud](http://www.fbi.gov/about-us/investigate/white_collar/health-care-fraud)
36. Department of Justice (2013). Departments of Justice and Health and Human Services Announce Record-Breaking Recoveries Resulting from Joint Efforts to Combat Health Care Fraud. Department of Justice. Consultado el 23 de julio de 2014 en: <http://www.justice.gov/opa/pr/2013/February/13-ag-180.html>
37. Morris, L. (2009). Combating Fraud in Health Care: An Essential Component of Any Cost Containment Strategy. Health Affairs. Consultado el 23 de julio de 2014 en: <http://content.healthaffairs.org/content/28/5/1351.full>

38. Marsden, T. (2011). Shifting the Fraud Paradigm: From 'Pay and Chase' to Prevention. Dun & Bradstreet Consulting. Consultado el 31 de julio de 2014 en: [http://www.dnb.com/content/dam/english/dnb-solutions/risk-management/shifting\\_fraud\\_paradigm\\_to\\_prevention.pdf](http://www.dnb.com/content/dam/english/dnb-solutions/risk-management/shifting_fraud_paradigm_to_prevention.pdf)
39. Bucknall, J. (2012). The History of Streaming Media. PC Plus Magazine. Consultado el 7 de agosto de 2014 en: <http://www.techradar.com/news/internet/how-internet-video-streaming-works-1095211>
40. McLaughlin, M. (s. f.). Agile Metodologies for Software Development. Consultado el 21 de agosto de 2014 en: <http://www.versionone.com/Agile101/Agile-Development-Methodologies-Scrum-Kanban-Lean-XP/>
41. SERENA (2007). Consultado el 21 de agosto de 2014 en: <http://www.serena.com/docs/repository/solutions/intro-to-agile-devel.pdf>
42. Agile Manifesto (2001). Consultado el 21 de agosto de 2014 en: <http://agilemanifesto.org/>
43. Rational Software (1998). Consultado el 21 de agosto de 2014 en: [https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_bestpractices\\_TP026B.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf)
44. COTUCO (2012). Secretaría de Turismo. Consultado el 29 de agosto de 2014 en: <http://www.turismomexicali.com/2012/guias/guia+medica.pdf>
45. Apache Software Foundation (2014). Consultado el 31 de agosto de 2014 en: <http://httpd.apache.org/>
46. PHP (2014). Consultado el 31 de agosto de 2014 en: <http://php.net/>
47. Microsoft Corporation (2014). Consultado el 19 de diciembre de 2014 en: <https://www.microsoft.com/en-us/dynamics/what-is-crm.aspx>
- 48.