

6. Servicios web aplicados a la educación, la salud y el comercio

Oscar Mauricio Caicedo Rendón¹,
Juan Carlos Corrales Muñoz¹, Diego Mauricio López Gutiérrez¹
y Álvaro Rendón Gallón¹

6.1. Diseño y puesta en marcha de servicios en la Web

Internet se ha convertido en una de las infraestructuras más decisivas del siglo XXI, impulsando cambios sociales y económicos de la misma manera que lo hicieron el ferrocarril, las carreteras y las redes de transporte aéreo durante el siglo pasado [63]. Por su parte la Web, que es de momento su expresión más visible, ha traído consigo un grado de comunicación sin precedentes a escala global. La Web fue creada con una filosofía, un cambio de paradigma frente a los avances que se venían dando en materia de acceso a la información, de desarrollo de aplicaciones, de derechos de autor y de difusión. Esta filosofía puede resumirse en tres principios básicos: todos pueden publicar, todos pueden leer, nadie debe restringir [64].

La facilidad de comunicación que proporciona Internet, junto a la posibilidad de acceso remoto a aplicaciones sin necesidad de instalaciones en la máquina del usuario, ha hecho evolucionar el concepto de la Web. La comunicación ya no se basa simplemente en la descarga de una página estática requerida por el usuario, sino que esta página puede ser el resultado de la ejecución en el servidor de alguna lógica de programación, dando lugar a una interacción dinámica entre usuario y servidor [65].

La Sección 4.2 presentó los principios básicos del funcionamiento de la Web; a continuación se presentan con más detalle las tecnologías para el desarrollo de sus servicios, y el concepto de servidor de aplicaciones, que juega un papel muy importante en su implementación.

¹Universidad del Cauca, Colombia

6.1.1. Tecnologías para el desarrollo de servicios en la Web

Para el desarrollo de servicios en la Web se han generado múltiples tecnologías, entre las que se encuentran [64, 65]:

eXtensible Markup Language (XML). La familia XML es un conjunto de especificaciones que definen las características de un mecanismo para compartir datos con independencia de las plataformas; por tanto se puede considerar a XML como un formato de transferencia de datos multiplataforma. XML ha sido diseñado de tal manera que sea fácil de implementar; no ha nacido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como lenguaje de bajo nivel (desde el punto de vista de aplicación, no de programación) para intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. XML hace uso de etiquetas (únicamente para delimitar datos) y atributos, y deja la interpretación de los datos a la aplicación que los utiliza. Por esta razón se van formando lenguajes a partir del XML, y desde este punto de vista XML es un metalenguaje.

JavaScript. Este es un lenguaje de programación implementado como parte de un navegador web, que permite mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas. JavaScript se diseñó con una sintaxis similar a la del lenguaje de programación C, aunque adopta nombres y convenciones de Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados, y tienen semánticas y propósitos diferentes.

Servlets. Esta tecnología hace parte de la arquitectura propuesta por Sun en su plataforma J2EE. El Servlet se puede considerar como una evolución de los CGI. Son programas Java que proveen la funcionalidad de generar dinámicamente contenidos web. En forma general, permiten la ejecución de aplicaciones Java en el motor de Servlets (*Servlet Engine*), el cual hace parte del servidor web. Algo que lo hace ventajoso respecto a los CGI es que por cada petición de usuario no se crea un proceso sino un hilo, el cual es mucho más económico para el sistema.

Java Server Pages (JSP). Provee a los desarrolladores web de un entorno para crear contenidos dinámicos en el servidor mediante plantillas HTML y XML en código Java, encapsulando la lógica que genera el contenido de las páginas. Cuando se ejecuta una página JSP es traducida a una clase de Java, la cual es compilada para obtener un Servlet. Esta fase de traducción y compilación ocurre solamente cuando el archivo JSP es llamado la primera vez, o después de que ocurran cambios.

Java DataBase Connectivity (JDBC). Es una interfaz que provee comunicación con bases de datos. Consiste en un conjunto de clases e interfaces escritas en Java, que proveen una API estándar para desarrolladores de herramientas de bases de datos, permitiendo independizar la aplicación de la base de datos que utiliza. La API JDBC es la interfaz natural a las abstracciones y conceptos básicos de SQL: permite crear conexiones, ejecutar sentencias SQL y manipular los resultados obtenidos.

Ajax. Acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML* (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo para crear aplicaciones de Internet enriquecidas

(RIA, *Rich Internet Applications*). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios, mientras se mantiene una comunicación asíncrona en segundo plano con el servidor web. De esta forma, es posible realizar cambios sobre las páginas web sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones [66].

Servicios Web. Pertenecen a un conjunto de estándares y protocolos basados en XML que soportan el intercambio de datos entre aplicaciones informáticas, las cuales pueden estar desarrolladas en diferentes lenguajes de programación. En este esquema, los servicios son descritos utilizando interfaces estándar WSDL (*Web Services Description Language*) y son invocados a través del protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*). La implementación de Servicios Web proporciona ventajas como la interoperabilidad entre aplicaciones con independencia de sus propiedades o de las plataformas sobre las cuales estén instaladas [67].

El modo de generar páginas dinámicas ha evolucionado desde la utilización del CGI hasta los Servlets, pasando por tecnologías tipo JSP y terminando en los Servicios Web. Todas estas tecnologías están enmarcadas dentro de aquellas conocidas como “*Server Side*”, ya que se ejecutan en el servidor. El panorama se completa con la inclusión de las tecnologías del lado del cliente, “*Client Side*”, con base en las cuales las páginas llevan incrustado código que se ejecuta en el cliente, como por ejemplo JavaScript o Ajax.

Una gran ventaja de la tecnología Ajax es su capacidad para comunicarse en segundo plano con el servidor web, para lo cual se utiliza el motor Ajax ubicado en el navegador. Cada acción ejecutada por un usuario, que normalmente generaría un requerimiento HTTP hacia el servidor web, toma la forma de un llamado JavaScript al motor Ajax ubicado en el navegador del cliente. Cualquier respuesta a una acción del usuario que no requiera un viaje de ida y vuelta al servidor (como una simple validación de datos, edición de datos en memoria, e incluso algo de navegación) es manejada por su cuenta por el motor Ajax. Si el motor necesita la intervención del servidor para responder (sea enviar datos para procesar, cargar código adicional, o recuperar nuevos datos) hace las peticiones de forma asíncrona, normalmente usando XML, sin frenar la interacción del usuario con la aplicación [66].

6.1.2. Servidor de Aplicaciones

En informática se denomina **Servidor de Aplicaciones** [68] a un servidor que provee la infraestructura necesaria para las aplicaciones web empresariales. Un servidor de aplicaciones generalmente gestiona la mayor parte (o la totalidad) de las funciones de lógica de negocio y de acceso a los datos de la aplicación. Los principales beneficios del uso de la tecnología de servidores de aplicaciones son la centralización y la disminución de la complejidad en el desarrollo de aplicaciones, dado que éstas no necesitan ser programadas; en su lugar, las aplicaciones son ensambladas desde bloques provistos por el servidor de aplicaciones.

Un ejemplo común del uso de este tipo de servidores son los portales de Internet, que permiten a las empresas la gestión y divulgación de su información, y son un

punto único de entrada para los usuarios internos y externos. Teniendo como base un servidor de aplicaciones, dichos portales permiten tener acceso a información y servicios (Servicios Web) de manera segura y transparente, desde cualquier dispositivo.

Los servidores de aplicaciones normalmente incluyen también funcionalidades de conectividad (*middleware*) que les permite intercomunicarse con variados servicios, para efectos de confiabilidad, seguridad, no-repudio, etc. Así mismo, brindan a los desarrolladores una API de tal manera que no tengan que preocuparse por el sistema operativo o por la gran cantidad de interfaces requeridas en una aplicación web. También brindan soporte a una gran variedad de estándares, tales como HTML, XML, IIOP, JDBC, SSL, etc., que les permiten su funcionamiento en ambientes web (como Internet) y la conexión a una gran variedad de fuentes de datos, sistemas y dispositivos.

Finalmente, vale la pena resaltar que los servidores de aplicaciones se han convertido en una pieza clave para cualquier empresa dedicada al comercio electrónico, situándose como una capa intermedia ubicada entre el servidor web, las bases de datos y las aplicaciones subyacentes.

6.2. La teleeducación

Desde sus comienzos a principios del siglo XVIII, cuando la tecnología utilizada era la correspondencia postal [69], la *educación a distancia* ha representado una inmensa oportunidad de superación para sectores de la población que viven en zonas apartadas donde la oferta de instituciones educativas del nivel requerido es escasa o nula, o cuyas jornadas laborales le impiden asistir de manera regular a clases presenciales.

La educación a distancia ha evolucionado a través del tiempo, aprovechando los nuevos desarrollos tecnológicos para ampliar las posibilidades de acceso de sus usuarios y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En [70] se identifican cinco generaciones: la primera está basada en el intercambio de correspondencia postal entre el estudiante y su tutor, siendo durante mucho tiempo el modo exclusivo de educación a distancia; la segunda, surgida hacia la mitad del siglo XX, utiliza la radio y la televisión al igual que grabaciones de audio y video; la tercera ofrece la posibilidad de una comunicación síncrona entre estudiante y tutor mediante la teleconferencia con audio y/o video; la cuarta corresponde a la entrega de contenidos en línea a través de Internet; y la quinta, que hace su aparición en el siglo XXI como una derivación de la cuarta, incorpora nuevas características como los sistemas de respuesta automatizada.

Sorprendentemente, a pesar de que desde hace bastante tiempo la educación a distancia se viene apoyando en las TIC, el término en inglés *e-learning*, del cual se deriva por lo general el término en español *teleeducación*, sólo fue acuñado en 1997 [71]. Entre las muchas definiciones que pueden encontrarse del término, todas ellas discutibles, la siguiente, ofrecida por el portal “Colombia aprende”, tiene la virtud de que recoge las múltiples opciones tecnológicas que pueden ser utilizadas para apoyar la formación, y conduce a la conclusión de que en la teleeducación confluyen todas las generaciones de la educación a distancia mencionadas arriba.

E-learning: “Educación mediada por las tecnologías. Combinación de contenido digital para el aprendizaje; incluye contenidos vía internet, extranet, intranet, audio, vídeo, emisión satelital, TV interactiva y CD-ROM”².

La teleeducación tiene tres componentes fundamentales [71]: las tecnologías habilitantes (plataformas y herramientas), el diseño del aprendizaje y los contenidos de aprendizaje. Los siguientes apartes están dedicados a cada uno de estos tres componentes, centrando el tratamiento de los contenidos en dos áreas temáticas específicas: la alfabetización digital, de especial relevancia en los sectores rurales, y la formación en salud; al final, a manera de prospectiva, se comenta brevemente la propuesta presentada por el Grupo de Trabajo en Salud de eLAC³ en relación con la teleeducación en salud.

El tratamiento bridado a los temas en esta sección será general, aunque haciendo especial referencia a los contextos rurales. Una descripción mucho más detallada de experiencias concretas de teleeducación en entornos rurales de Latinoamérica se encuentra en el Capítulo 22.

6.2.1. Plataformas y herramientas

Este suele ser el componente más visible o el que más llama la atención. Sin llegar a decir que es menos importante que el diseño del aprendizaje y los contenidos de aprendizaje, sí que es necesario recalcar que uno de los factores de fracaso de iniciativas de teleeducación es la escasa o nula atención prestada a éstos.

En general se pueden diferenciar las plataformas para la gestión y provisión de los contenidos y actividades de aprendizaje, de las herramientas utilizadas en la producción de los contenidos o para la realización de actividades específicas, aunque con frecuencia estas se integran en las primeras.

Una expresión genérica usada para referirse a las plataformas de teleeducación es Entorno Virtual de Aprendizaje (VLE, *Virtual Learning Environment*), que puede incluir los siguientes sistemas [71]:

- Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS, *Learning Management System*). Brinda soporte a tareas administrativas relacionadas con el aprendizaje tales como creación de catálogos de cursos, registro de usuarios, provisión de acceso a cursos en línea o sus componentes, seguimiento de los estudiantes en los cursos, registro de datos sobre los estudiantes (e.g. sus calificaciones), y suministro de informes sobre su uso y resultados [72]. Los servicios puestos a disposición de profesores y estudiantes incluyen noticias o anuncios, foros, acceso a objetos de aprendizaje, calendarios, salas virtuales, entrega de trabajos, exámenes, etc.
- Sistema de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS, *Learning Content Management System*). Es un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS, *Content*

²<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-75224.html>

³Estrategia para la sociedad de la información en América Latina y el Caribe

Management System) específico para contenidos de aprendizaje. Provee funciones para almacenamiento, recuperación, reutilización y publicación de cursos o sus componentes (objetos de aprendizaje), y puede estar integrado en un LMS.

- Aula virtual (*Virtual Classroom*). Provee servicios de comunicación síncrona, basados principalmente en videoconferencia, para la realización de eventos en línea como clases, seminarios, talleres, etc.

Las plataformas más comunes son los LMS, que por lo general incorporan el LCMS, existiendo una gran oferta, tanto de tipo comercial (i.e. Blackboard, JoomlaLMS, LearnCenter, Saba Learning Suite y SharePointLMS) como de código abierto (i.e. aTutor, Claroline, .LRN, ILIAS, Moodle, OLAT y Sakai).

En cuanto a las herramientas, las más populares son las de creación de contenidos, llamadas también herramientas de autor, que van desde las más simples para la creación de páginas web hasta las más elaboradas para la producción, por ejemplo, de contenidos multimedia. Mención especial merecen las herramientas para la creación de simulaciones, juegos educativos, o contenidos para mundos virtuales en 3D⁴, que rápidamente ganan terreno.

Otro tipo de herramientas son las que permiten diseñar los procesos de enseñanza (diseño del aprendizaje), estableciendo los roles que desempeñan los participantes, las actividades que estos realizan con el fin de alcanzar un determinado objetivo de aprendizaje, y el entorno en el cual se realizan las actividades, representado por los recursos educativos y servicios dispuestos para el proceso. Un ejemplo de estas herramientas es LAMS (*Learning Activity Management System*)⁵.

La variedad de plataformas y herramientas desarrolladas ha llevado a distintas organizaciones a proponer estándares para obtener interoperabilidad, reusabilidad, adaptabilidad, accesibilidad y durabilidad [72]. Entre los más importantes figuran SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*)⁶, para la creación de objetos de aprendizaje, IMS LD (*Learning Design*)⁷, para el diseño de procesos de enseñanza, e IMS QTI (*Question and Test Interoperability*)⁸, para la representación de las evaluaciones.

El desarrollo de la Web 2.0, ese creciente conjunto de servicios basados en Internet que tiene como característica principal la interactividad (ver apartado 4.2.3), está aportando a la teleeducación nuevas herramientas que favorecen la participación de los estudiantes y los procesos colaborativos, dando lugar al término *e-learning 2.0*⁹. El potencial de estas herramientas ha llevado a proponer nuevos entornos de aprendizaje abiertos, en contraposición a los LMS considerados cerrados, denominados Entornos de Aprendizaje Personal (PLE, *Personal Learning Environments*) [74].

Finalmente, con el avance de las telecomunicaciones continúan surgiendo nuevos escenarios para el despliegue de servicios de educación a distancia, que dan lugar a nuevas

⁴Ver por ejemplo http://wiki.secondlife.com/wiki/Second_Life_Education

⁵<http://lamsfoundation.org/>

⁶<http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/default.aspx>

⁷<http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>

⁸<http://www.imsglobal.org/question/index.html>

⁹En [73] se encuentra un informe sobre herramientas de la Web 2.0 para la enseñanza.

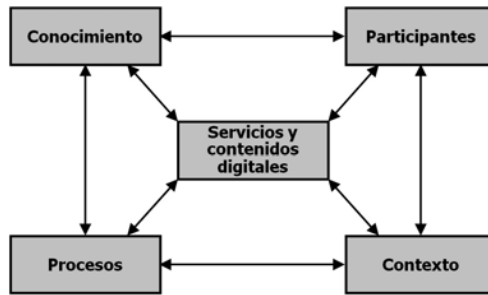


Figura 6.1.: Componentes del Modelo Educativo E-LANE.

denominaciones como el aprendizaje móvil (m-learning), basado en dispositivos móviles, y el aprendizaje basado en la televisión digital interactiva (t-learning).

6.2.2. Diseño del aprendizaje

El diseño del aprendizaje es el desarrollo sistemático de los materiales de enseñanza y las actividades de aprendizaje en un contexto específico, requeridos para satisfacer ciertas necesidades de aprendizaje; incluye el análisis de las necesidades a satisfacer, y el diseño, desarrollo (elaboración), implementación (puesta en funcionamiento) y evaluación de los materiales y programas. Está basado en las teorías de enseñanza-aprendizaje y típicamente establece un método o estrategia de enseñanza, que busca facilitar la realización de este proceso.

Las teorías que fundamentan el diseño del aprendizaje se han clasificado tradicionalmente en tres categorías¹⁰: *Conductivismo*, basada en la relación estímulo-respuesta, *Cognitivismo*, basada en los procesos de adquisición de conocimiento, y *Constructivismo*, basada en la creación de significados a partir de las experiencias [75]. Recientemente, en consideración al impacto que el desarrollo de las TIC y en particular Internet han tenido en el aprendizaje, se ha propuesto una nueva categoría denominada *Conectivismo* [76], basada en las conexiones entre fuentes de información y entre las ideas y conceptos.

Tanto las plataformas y herramientas como el diseño del aprendizaje hacen parte de un marco de trabajo denominado *Modelo Educativo*, que cubre todos los aspectos relacionados con la realización de los procesos de enseñanza-aprendizaje. La Figura 6.1 muestra los componentes del Modelo Educativo propuesto por el proyecto E-LANE (*European and Latin American New Education*)¹¹ [77]:

Conocimiento. Describe el conocimiento que se desea que adquieran los estudiantes, como también las habilidades de estos, que pueden ser cognitivas, afectivas o motoras. Este componente representa las principales metas y objetivos del proceso educativo.

¹⁰<http://www.elizabethstps.vic.edu.au/learningtheoriesmatrix.htm>

¹¹http://www.alis-online.org/Projects/index_html/E-LANE

Participantes. Indica la naturaleza de los estudiantes y profesores, y la relación entre ellos, dando cuenta de su edad, antecedentes y otra información cultural.

Contexto. Identifica las variables que dan forma al espacio virtual de aprendizaje, tales como localización, recursos, características de los participantes, tipo de comunicación, nivel de profundidad, etc. y cómo ellas afectan el aprendizaje, con la intención hacer el proceso de aprendizaje más efectivo.

Procesos. Identifica las actividades que deben de ser llevadas a cabo por los estudiantes para adquirir las habilidades técnicas y conocimientos deseados. Corresponde al diseño del aprendizaje.

Servicios y contenidos digitales. Son las herramientas tecnológicas que permiten el despliegue de contenidos, la interacción entre participantes, el desarrollo de actividades de aprendizaje y la evaluación integral del proceso educativo. Corresponden a la plataforma (LMS o PLE) seleccionada.

6.2.3. Contenidos

La ejecución de procesos formativos mediados por las TIC requiere, en primer término, que los participantes posean las competencias para manejar con suficiencia las herramientas tecnológicas y metodológicas utilizadas en los mismos. Esto implica que profesores y estudiantes hayan realizado previamente la capacitación requerida en ambos aspectos.

En lo que tiene que ver con las competencias tecnológicas de los estudiantes, esta capacitación previa puede ir desde un taller inicial realizado en la propia plataforma a utilizar, orientado a la familiarización con los recursos y actividades que se usarán durante el módulo o programa, para estudiantes que ya poseen un cierto manejo de las TIC; hasta un programa completo en modalidad combinada (*b-learning*, *blended learning*) con actividades presenciales y en línea, orientado a la adquisición de las competencias básicas en el uso de las TIC, para los estudiantes que no las tienen, que es la situación más frecuente cuando se trabaja en zonas rurales.

Estos programas orientados a la adquisición de las competencias básicas en el uso de las TIC se conocen también como de "alfabetización digital" (*digital literacy*), en referencia a la gran importancia que tales competencias tienen para el desempeño de los ciudadanos en la actual *sociedad del conocimiento*, al punto que se las llega a considerar tan necesarias como para calificarlas como una destreza de supervivencia [78].

En [79] se propone un listado de los temas a considerar en la alfabetización digital:

- "Conocimiento básico del sistema informático: elementos del hardware, tipos de software, redes...
- Gestión básica del equipo: administración de archivos y carpetas, antivirus...
- Uso del procesador de textos: correctores...
- Navegación en Internet: búsqueda y selección de información, telegestores...

- Uso del correo electrónico
- Creación, captura y tratamiento de imagen digital
- Elaboración de documentos multimedia: presentaciones, páginas web
- Conocimiento básico de la hoja de cálculo y las bases de datos"

Existen diversas estrategias para la implementación de programas de alfabetización digital, entre las que se destaca la de la Fundación ECDL (*European Computer Driving Licence*)¹², que promueve a nivel internacional el programa de certificación ICDL (*International Computer Driving Licence*), en el cual la Fundación define un conjunto de módulos con contenidos estándar¹³ y realiza, a través de representantes en los diferentes países, los exámenes de certificación.

En lo que tiene que ver con la formación en salud, la Web se ha convertido en un excelente medio para divulgar en forma amplia y económica información sobre la salud, y entre ella los contenidos educativos. Se pueden distinguir cuatro tipos de actividades de teleeducación en salud, dependiendo del receptor y del propósito de los contenidos [80]:

Educación clínica con base en la teleconsulta. La interconsulta con un especialista es por sí misma una actividad de aprendizaje para el profesional o técnico consultante y para el paciente.

Educación clínica vía Internet. Programas de educación continuada (no formal, de actualización) usando diversos recursos como LMS, videoconferencia, etc.; y acceso en línea a material para actualización, como el ofrecido por Infomed (red telemática de salud de Cuba)¹⁴, y literatura especializada en bases de datos bibliográficas como el ofrecido por la Biblioteca Virtual en Salud del Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (BIREME)¹⁵.

Estudios académicos vía Internet. Programas formales a distancia, principalmente de posgrado.

Educación al público vía Internet. Esta es una faceta del uso de Internet muy importante a tener en cuenta por las autoridades de salud pública, en particular para los temas de promoción y prevención, y para brindar información sobre enfermedades específicas.

El Grupo de Trabajo sobre Salud Electrónica de eLAC, creado bajo el Plan de Acción de eLAC 2007, ha propuesto cuatro ámbitos para la formulación de lineamientos estratégicos con miras a la implementación de proyectos en eSalud en los países de América Latina y el Caribe: 1) facilitadores, 2) gestión de la información, 3) atención en salud y 4) educación [81]. En el ámbito de la educación propone dos temas a considerar. El primero se refiere a la formación de personal en informática para la salud y telemedicina, para lo cual se requiere que las instituciones de educación superior, tanto del área de la salud como de la ingeniería, incorporen estos temas en sus programas. El segundo se refiere a estrategias educativas mediadas por las TIC para la actualización de los profesionales de la salud, y para los pacientes y comunidad en general.

¹²<http://www.ecdl.com/>

¹³<http://www.ecdl.org/programmes/index.jsp?p=102&n=108>

¹⁴<http://www.sld.cu/>

¹⁵<http://regional.bvsalud.org/php/index.php?lang=es>

6.3. Los Sistemas de Información en Salud

6.3.1. Antecedentes y conceptos básicos

A finales de los años sesenta, varios hospitales en Estados Unidos y Europa empezaron a desarrollar sistemas de información, vislumbrando la importancia que las computadoras tendrían en la gestión de la información clínica [82]. Para citar un ejemplo, el sistema Technicon se instaló en el Hospital El Camino en Mountain View, California, y es considerado por los expertos como el sistema de información hospitalario más exitoso de la época [83].

La Asociación Internacional de Informática Médica (IMIA) creó en 1979 un Grupo de Trabajo en Sistemas de Información Hospitalarios [84, 85], definiendo estos como la composición de equipos, aplicaciones informáticas, procedimientos y políticas para la gestión de la información en las organizaciones de salud en general. Con el uso extendido de las TIC en las diferentes especialidades y procesos médicos, la IMIA promovió la sustitución del término Sistema de Información Hospitalario por uno más genérico: Sistema de Información en Salud (SIS) [86]. Como resultado del avance de esta disciplina, hoy en día se conocen muchos tipos de SIS, que van desde los sistemas de información tradicionales para la gestión de la información administrativa y contable, los sistemas de gestión de información clínica de pacientes o de historias clínicas electrónicas (informatizadas) o registros electrónicos en salud (EHR, *Electronic Health Records*), hasta sistemas de información más especializados tales como los de radiología, laboratorio, farmacia, telemedicina, vigilancia de la salud pública, e incluso otros más complejos como los sistemas de apoyo a la toma de decisiones y sistemas personalizados de información de pacientes o Registros Personales de Salud (PHR, *Personalized Health Records*) que integran dispositivos móviles, biosensores y hasta información genómica. En la literatura se han propuesto varias clasificaciones para los SIS [87, 88, 89, 90].

6.3.2. Caracterización de los Sistemas de Información en Salud

Una pregunta frecuentemente formulada, especialmente en los círculos informáticos es ¿qué hace a los SIS tan especiales que requieren un tratamiento especial frente a otros sistemas de información en general?. La pregunta puede responderse analizando la complejidad del tipo de información gestionada por ellos. La información en salud se caracteriza por ser intensiva en datos, compleja, cambiante, durable, sensible, regulada por políticas, etc. [91].

Para demostrar la gran cantidad de datos que tienen que ser gestionados por un SIS pueden enumerarse, por ejemplo, la gran cantidad de documentos (electrónicos o en papel) que un médico general (de familia) tiene que manejar para un solo paciente en su consulta, incluyendo información demográfica, anamnesis, diagnósticos, procedimientos, medicamentos, pruebas de laboratorio, imágenes diagnósticas, consentimientos informados, información administrativa y financiera, de aseguramiento,

etc. Esto se evidencia a mayor escala en hospitales donde la anterior información tiene que ser agregada para lograr un registro integrado de pacientes, además de incluir información sobre procedimientos, administración financiera, contable, salud pública, investigaciones en salud, genética, etc. [92]. La complejidad de la información en salud está también determinada por la “imprevisibilidad” tanto de los estados de salud de los pacientes, como de los tratamientos ofrecidos por un médico o institución determinada [93]. Este problema es especialmente importante en entornos donde la toma de decisiones debe ser inmediata, por ejemplo en una salas de urgencias, o en tratamientos de brotes epidemiológicos [94]. En estas situaciones, los sistemas de información para el apoyo a la toma de decisiones deben ser lo suficientemente inteligentes como para hacer frente a las limitaciones de las prácticas clínicas, donde las decisiones no son del todo el resultado de la medicina basada en la evidencia [95, 96].

La complejidad es también evidente debido a la particularidad de los procesos asistenciales. Por lo general en el tratamiento de un paciente intervienen múltiples profesionales de la salud, siendo necesario un trabajo colaborativo para lograr el objetivo de mejorar o mantener el estado de salud de los pacientes [97]. Este proceso de atención se conoce a menudo como el cuidado compartido o la continuidad de la atención, que implica la cooperación de diferentes actores que pertenecen a diferentes instituciones, con métodos diferentes y en momentos diferentes [98]. Un factor clave en estas circunstancias es la interoperabilidad entre los diferentes sistemas, es decir, la capacidad de colaboración que deben tener los diferentes actores (humanos, instituciones, máquinas, etc.) que participan en el proceso de atención del paciente. Desde el punto de vista de los sistemas de información, esta colaboración es lograda mediante un intercambio y uso eficiente de información entre los sistemas involucrados (definición técnica de interoperabilidad) [99]. Este problema de interoperabilidad está siendo tratado como un área de investigación y desarrollo fundamental en la disciplina de la informática para la salud (eSalud). En particular, la interoperabilidad de registros clínicos (EHR) es clave para lograr una historia clínica integrada que permita el cuidado compartido o la continuidad de la atención.

Finalmente, cabe mencionar que el conocimiento en salud cambia de manera vertiginosa y se enriquece constantemente gracias a los avances biomédicos que resultan en nuevos procedimientos para el cuidado de enfermedades conocidas o nuevas. Los SIS tienen la obligación de poner este nuevo conocimiento a disposición de los profesionales de salud, instituciones y por supuesto de los pacientes. La evolución de la información se relaciona también con el concepto de variabilidad; la seguridad, integridad, privacidad y confidencialidad de la información son también críticas [100], así como la consideración de los aspectos sociológicos, legales, económicos, organizativos y políticos, entre otros, relacionados con el procesamiento de información en salud [92, 101].

6.3.3. Desafíos actuales en los países en desarrollo

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su marco de referencia para el fortalecimiento de los sistemas de salud nacionales en los diferentes países, considera los

SIS como uno de los seis elementos clave para mejorar la eficiencia de los sistemas de salud. Los SIS mejoran la disponibilidad, confiabilidad y oportunidad de la información, notificando sobre los determinantes de salud en las poblaciones, el estado de salud de todos los ciudadanos, y el desempeño general del sistema de salud [102]. Los SIS contribuyen así a lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) adoptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el 2000 [103].

Si bien es cierto que la limitación de recursos es la principal barrera que enfrentan los sistemas de salud en los países en desarrollo, existen otros problemas y desafíos, tales como los que han sido identificados por la OMS [104]:

- **Perfil Epidemiológico.** La necesidad de información es especialmente urgente en el caso de enfermedades epidemiológicas y enfermedades prevalentes, donde la identificación temprana, investigación y respuesta inmediata pueden prevenir brotes epidemiológicos, incluso pandemias.
- **Datos no disponibles.** La incompleta e inadecuada recolección, análisis y diseminación de información dificulta la toma de decisiones en salud, especialmente en lo relacionado con la identificación de problemas y necesidades, la creación de políticas y programas de salud pública y la gestión de recursos.
- **Complejidad de los datos y su medición.** La gestión y medición de conocimiento biomédico y en salud pública son complejos, dada la naturaleza de la información en salud. Para crear y gestionar los SIS se requiere personal especializado en estadística, salud pública, biomedicina, ingeniería, ambiente, y muchas otras disciplinas, que normalmente no está disponible en los países en desarrollo.
- **Múltiples actores.** En la mayoría de países, la responsabilidad de la gestión de información en salud es compartida por múltiples actores que van desde el gobierno, entidades privadas y sociedad civil hasta organizaciones de ayuda internacional. Los diferentes requerimientos de cada organización, y muchas veces la influencia de las decisiones políticas, trae como consecuencia la ineficiencia de los sistemas de información. La complejidad de la información dificulta también la colaboración entre los diferentes actores, pues en la mayoría de los casos la información (reportes, formatos) no es entendible por los diferentes actores involucrados.

6.3.4. Oportunidades para los países en desarrollo

Los desafíos presentados arriba son comunes a la mayoría de los países en desarrollo. Para enfrentarlos, se quiere aprovechar la potencialidad ofrecida por los sistemas de información para mejorar la calidad y oportunidad de la información que soporta la toma de decisiones. Para contribuir de manera mancomunada en el fortalecimiento de los SIS en los países en desarrollo, la OMS inició en el 2005 la iniciativa Red de la Métrica en Salud (HMN, *Health Metrics Network*) [105]. El objetivo estratégico de HMN consiste en aumentar la disponibilidad, oportunidad, exactitud y uso de la información en salud, mediante la búsqueda del financiamiento y la formulación conjunta de sistemas integrados de información en salud [106]. Los tres objetivos específicos de

este programa incluyen la elaboración de un marco y estándares para SIS que incluyan métricas para su evaluación, formulación y monitoreo; apoyo técnico y financiero para la aplicación del marco propuesto; y finalmente, mejorar el grado de acceso y uso de la información en salud. Actualmente se ha elaborado el marco y estándares propuestos, y se tienen desarrollos pilotos en algunos países.

Desde un punto de vista más técnico, el fortalecimiento de los sistemas de información para lograr el objetivo de tener información disponible, oportuna y exacta incluye el uso de estándares de información e interoperabilidad. Los dos principales obstáculos para lograr una efectiva y eficiente compartición de información (interoperabilidad) en sistemas de Historia Clínica Electrónica (HCE) son la carencia de un formato estandarizado para la información del paciente, ya que cada sistema almacena los datos internamente en un formato diferente, y la carencia de la infraestructura para habilitar la compartición de información entre diferentes instituciones [107]. Existe una gran variedad de estándares internacionales para interoperabilidad en historias clínicas electrónicas, entre los que se encuentran la Arquitectura de Documentos Clínicos electrónicos (CDA, *Clinical Document Architecture*), el modelo funcional para sistemas de registros clínicos electrónicos (EHR-S *functional model*), el estándar europeo EN/ISO 13606 y el estándar OpenEHR, entre otros. A pesar de que ninguno de estos estándares cubre completamente los requisitos de un sistema de HCE completamente interoperable, el estándar CDA, junto con otros estándares propuestos por la organización HL7 (*Health Level Seven International*)¹⁶, es de momento la aproximación más completa [108].

La implementación de estándares es sin embargo una tarea difícil, especialmente por su complejidad, la amplia experiencia requerida para hacer uso de ellos, la inmadurez de algunos de ellos, su inestabilidad y la carencia de herramientas para su implementación [91]. Existen no obstante herramientas de código libre para la implementación de soluciones de interoperabilidad basadas en estándares, las cuales se convierten en una excelente oportunidad para los países en desarrollo. Algunos de los proyectos más importantes y que han sido utilizados en los países en desarrollo son el proyecto de Eclipse de Herramientas Abiertas para Salud (OHT, *Open Health Tools*)¹⁷, el proyecto openMRS¹⁸, y el proyecto OpenVista¹⁹, entre otros.

6.3.5. El caso del Sistema Integrado de Historia Clínica Electrónica en Colombia

En Colombia se ha empezado a considerar un sistema integrado en salud. En una reforma al Sistema de Salud aprobada en el 2011, se estipula la creación de un sistema de información integrado que garantice la conectividad entre sus diferentes actores. Se partió de la base de un estudio contratado por el gobierno para disponer en el mediano plazo de un sistema de información para historias clínicas unificadas [109]. La propuesta establece un plan a 10 años en dos fases, y tiene como objetivo la

¹⁶<http://www.hl7.org/>

¹⁷<http://www.openhealthtools.org/>

¹⁸<http://openmrs.org/>

¹⁹<http://sourceforge.net/projects/openvista/>



Figura 6.2.: Estructura general de la propuesta de un sistema de información para historias clínicas unificadas en Colombia.

adopción de estándares mínimos de funcionamiento, interoperabilidad y seguridad, que permitan compartir información clínica centrada en el paciente, entre todos los actores, buscando soportar en tiempo real la toma de decisiones confiables para la prestación de los servicios de salud. La propuesta consta de tres niveles como se presenta en la Figura 6.2.

El nivel Estratégico consiste en la conformación de una Unidad de Sistemas de Información en Salud (USIS), dependiente del Ministerio de la Protección Social. La USIS será la responsable de hacer las recomendaciones y propuestas de lineamientos normativos a los entes competentes. La normatividad incluye especificaciones de implementación y los criterios de certificación para aplicaciones desarrolladas. El nivel Gerencial es donde se implementan las políticas en salud, TIC, educación e investigación para poner en marcha el sistema integrado de historia clínica electrónica. Finalmente, el nivel Transaccional se encarga de la propuesta técnica del sistema de información, centrado en la funcionalidad, interoperabilidad y seguridad del sistema.

La propuesta anterior está en estudio en el Ministerio de la Protección Social, y se espera que integre las herramientas y políticas desarrolladas por la OMS en la iniciativa HMN. Entre tanto, y como una aproximación inicial para demostrar la factibilidad del uso de estándares de información para soportar el desarrollo del Sistema Integrado de Información en su componente de historia clínica, el Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca, en colaboración con la Fundación HL7 Colombia, viene trabajando en el diseño y evaluación de una arquitectura para historia clínica electrónica compartida basada en el estándar CDA. Esta arquitectura tiene la particularidad de que es independiente del sistema de gestión de historia clínica electrónica que utilice cada institución de salud a integrar (prestadores de servicios, aseguradores, organismos gubernamentales, etc.). La idea es definir una arquitectura de referencia para compartir documentos clínicos usando el estándar CDA, de manera que la generación, indexación, autenticación, control de acceso, y comunicación de los documentos sea transparente a cada institución. Esta arquitectura de referencia está actualmente siendo evaluada en un prototipo para el intercambio de documentos clínicos electrónicos en odontología, cuya funcionalidad se presenta en la Figura 6.3.

La arquitectura propuesta tiene las siguientes ventajas en comparación con los enfoques arquitectónicos para HCE integrada desarrollados en otros países:

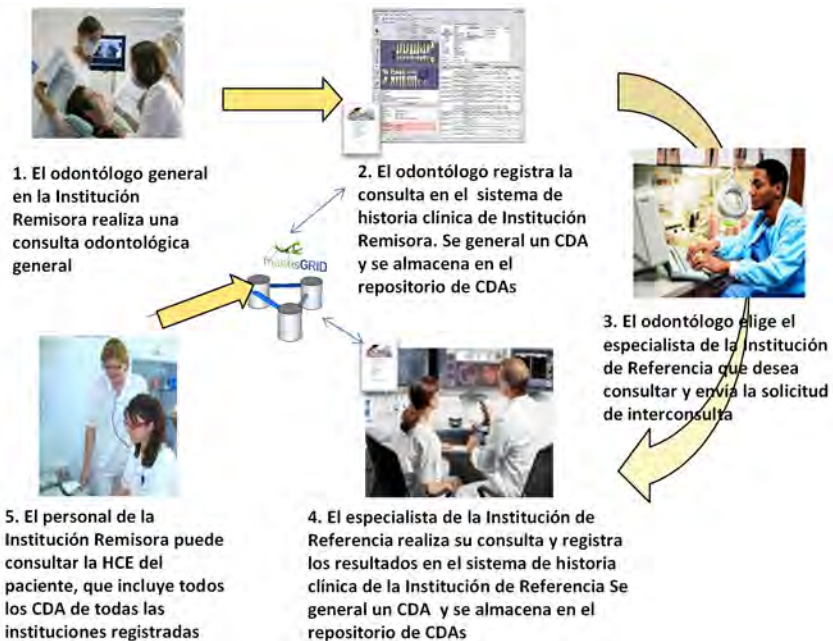


Figura 6.3.: Servicio de teleodontología usando una arquitectura de HCE compartida.

- Es una solución simple, dado que hace uso de estándares maduros en la provisión de la infraestructura para compartir documentos clínicos electrónicos. La infraestructura misma maneja la autenticación, identificación de identidades, seguridad, indexación y búsqueda de documentos.
- Proporciona flexibilidad de implementación, dado que utiliza un estándar internacional (CDA) para la interacción de los sistemas de información en salud existentes. Esto es importante también para hospitales y otras instituciones prestadoras de servicios de salud (incluyendo hospitales rurales) porque no necesitan implementar y mantener nuevos sistemas. Estas instituciones solamente acceden a un servicio web, que transforma los datos existentes en la institución al formato estándar (CDA) y los envía a través de la infraestructura desarrollada a otras instituciones que requieran la HCE. Así pues, puede ser usado para implementar servicios de teleconsulta de manera sencilla, como el que se describe en la Figura 6.3.
- Escalabilidad, ya que los sistemas de HCE existentes se pueden integrar fácilmente sin afectar el rendimiento total del sistema.
- Es completamente basado en tecnologías de código abierto y estándares web.

6.4. El comercio electrónico como apoyo a la productividad rural

Las nuevas tecnologías, con Internet a la vanguardia, originaron una revolución en el mundo de los negocios dando lugar al llamado "comercio electrónico", término que sin embargo no debe ser asociado de forma única y exclusiva con Internet, puesto que antes de ésta ya se realizaba comercio electrónico entre empresas, en entornos cerrados de comunicación. De todos modos, con el surgimiento de la red de redes, que permite una comunicación abierta y de alcance mundial, el comercio electrónico evolucionó bajo esos mismos parámetros. Así, quien tiene acceso a Internet puede participar del comercio electrónico, sin necesidad de estar asociado a un grupo cerrado o tan siquiera conocer físicamente su contraparte en la relación comercial.

El comercio electrónico es definido como cualquier forma de transacción financiera o intercambio de información comercial basada en la transmisión de datos sobre redes de comunicación, y tiene diferentes significados dependiendo de la óptica con que se observe [110]:

- Desde el punto de vista de las comunicaciones, es el transporte de información, productos, servicios o pagos mediante redes de computadores.
- Desde la perspectiva de las empresas, es una aplicación tecnológica para la automatización de las transacciones entre organizaciones.
- Desde la perspectiva de los servicios, es una herramienta que presenta la oportunidad de rebajar los costes, al tiempo que aumenta la calidad y velocidad del servicio prestado.
- Desde el punto de vista del usuario final, es la posibilidad de comprar y vender productos y servicios en Internet, sin desplazamiento.

En resumen, el comercio electrónico es una nueva forma de hacer negocios que utiliza las nuevas tecnologías para que primordialmente las empresas y consumidores puedan reducir sus costos (de operación o compra), mejorar la calidad de los bienes y servicios (comprados o vendidos) y reducir el tiempo de entrega o recepción de los mismos.

6.4.1. Modelos

En el marco del comercio electrónico se pueden identificar cinco grandes modelos [111, 112, 113]:

B2B (*Business to Business*). Representa al comercio electrónico efectuado entre empresas con el fin de realizar transacciones de negocios. Se caracteriza por ser cerrado.

B2C (*Business to Consumer*). Constituye el comercio electrónico entre empresas y consumidores. Se caracteriza generalmente por ser interactivo, espontáneo, público y global.

C2C (Consumer to Consumer). En este modelo, la negociación se desarrolla entre personas con intereses similares, indistintamente de la parte compradora y vendedora. La comunicación se realiza en forma espontánea y los participantes pueden asumir roles de comprador, vendedor o ambos. La red sirve para poner en contacto a dos particulares que tienen intereses comerciales.

C2G (Consumer to Government). El comercio electrónico entre consumidores y gobierno.

B2G (Business to Government). El comercio electrónico entre empresas y gobierno.

6.4.2. Comercio Electrónico Móvil

El desarrollo más vertiginoso en la tecnología actual, no sólo en América Latina sino en el mundo entero, es el de los servicios móviles. Por tal razón, para dinamizar sus procesos de negocio, la mayoría de las empresas que usan comercio electrónico están desarrollando, si no los desarrollaron ya, planes de introducción de servicios móviles en sus plataformas. Esto ha dado lugar al surgimiento del comercio electrónico móvil, definido como cualquier transacción con valor económicamente cuantificable que se ejecuta por medio de una red de telecomunicaciones móviles [114]. El comercio electrónico móvil se puede ver entonces como una facilidad, soportada en la evolución de las redes de telecomunicaciones, para una sociedad en la que cada día existen más personas en continuo movimiento y con limitaciones de tiempo, debido a sus hábitos laborales y de vida.

Las principales características del comercio electrónico móvil son [114, 115]:

- Se trata de una forma más de comercio electrónico. La infraestructura necesaria para las soluciones de comercio móvil difiere de las de comercio electrónico esencialmente en que la prestación del servicio agrega un nuevo tipo de terminales con unas características especiales que condicionan la disponibilidad, seguridad, etc.
- Es aplicable a B2C, B2B y C2C. El mercado de las comunicaciones móviles puede utilizarse como extensión del B2B para entornos corporativos móviles con clientes internos. En el entorno del consumidor final la situación es del B2C, proporcionando acceso libre y sin limitaciones a los contenidos existentes en la Internet. Una manera de comunicar las plataformas de tecnología B2B con las B2C puede ser mediante el uso de intermediarios que gestionen y faciliten la búsqueda de información al usuario, en cuyo caso se genera el modelo C2C creando ciberespacios de negocios.
- Independencia de localización. Al emplear la red móvil, el servicio es accesible de manera independiente de la ubicación del usuario.
- Contenidos adaptables. Los contenidos deben adaptarse para su consulta y presentación en terminales portátiles en busca de mejorar su usabilidad. Este aspecto se encuentra estrechamente relacionado con la ergonomía de las aplicaciones y los servicios móviles.

- Manejo de clientes. Proporciona nuevas formas para la captación de clientes y retención de los existentes en los servicios de comercio electrónico.
- Diferentes formas de micro y macro pagos, comodidad, inmediatez y personalización, son factores clave que impulsan el comercio móvil.

6.4.3. Aplicaciones y servicios

A continuación, se listan algunas de las aplicaciones que tienen su espacio ideal en el comercio electrónico y el comercio electrónico móvil [114, 115].

- Monedero electrónico. Es una función de algunos dispositivos inalámbricos en los que existe una zona protegida por contraseña donde se almacena, de forma segura, información personal como por ejemplo, números de tarjetas de crédito/débito o información de tarjetas de fidelidad del cliente, etc. Así, el usuario puede recuperar su información cuando y donde la necesite, de una manera confiable y cómoda mientras está en movimiento.
- Recarga móvil. Hoy en día la mayoría de los usuarios móviles prepago recargan sus cuentas mediante tarjetas y bonos adquiridos en puntos de venta. Estos métodos no sólo resultan incómodos para los suscriptores, sino que también son poco eficaces y rentables para el operador pues incurre en gastos adicionales. La solución de recarga ideal debe admitir canales adicionales de reaprovisionamiento como cuentas propias o externas, y ser compatible con múltiples métodos de pago.
- Portales y tiendas virtuales. Entre las funcionalidades de portales y tiendas virtuales, extrapolables a los dispositivos móviles, se encuentran la búsqueda y selección de productos, avisos, realización y seguimiento de pedidos, etc.
- Transacciones bancarias. Son servicios proporcionados en la actualidad por los bancos en y a través de Internet, que también pueden ser utilizados mediante dispositivos móviles. Estos servicios permiten obtener información de cuentas personales como extractos y saldos, transferir fondos a cuentas bancarias, recibir notas de alerta sobre información bancaria sensible para el usuario, gestionar pagos de facturas electrónicas, operaciones en bolsa de valores, información sobre cotizaciones, reserva y compra de tiquetes, facturación, pago, etc.

A continuación se presentan dos ejemplos de los servicios que, en el marco del comercio electrónico y el comercio electrónico móvil, pueden ser desarrollados en busca de aprovechar las ventajas que proporcionan las TIC para mejorar la productividad de las zonas rurales de Latinoamérica.

- **LINK-ALL**. El principal objetivo de este proyecto, financiado por el programa europeo @LIS, fue fortalecer e integrar las actividades de tres sectores (artesanal, cultural y de eco-agroturismo) en comunidades locales de América Latina, apuntando a un desarrollo sostenible, al tiempo que se promovía la preservación del legado ambiental e histórico, la identidad cultural de las comunidades locales, y sus condiciones de vida y de trabajo, a partir de la aplicación de las TIC. La

plataforma de comercio electrónico desarrollada provee una serie de facilidades claves de inclusión electrónica que fortalecen la integración de actividades de desarrollo local. Una de ellas consiste en un servicio de trazabilidad de productos artesanales con el objeto de facilitar su ingreso a mercados internacionales, especialmente europeos [116].

- **Tampu.** En este proyecto se construyó un portal de Internet con el objetivo de posicionar en el mercado turístico europeo la imagen del departamento del Cauca (Colombia), a través de la oferta de productos claramente diferenciados y sustentados en su patrimonio ecoturístico y multicultural. Tampu definió la forma de promocionar productos artesanales, constituyéndose en una primera aproximación a un sistema de comercio electrónico para el sector artesanal del departamento del Cauca [117].