

Capítulo I. Introducción

Actualmente, la educación superior es una entidad flexible, en donde los programas de estudio, metodologías y estructuras se han puesto al servicio de la sociedad como elemento clave de integración al mundo globalizado (Erlwein, 2003). Una vez que una persona cumple con los requisitos establecidos en un plan de estudios de una carrera en cierta institución, se le entrega un comprobante de estudios, el cual hace constar que esa persona cursó debidamente las asignaturas requeridas y, por lo tanto, posee conocimientos en cierta área específica y, además, cuenta con cierto grado de seriedad, compromiso y habilidades que, en conjunto, le permiten desempeñarse de manera adecuada dentro del ámbito que le compete.

Sin embargo, no todas las personas que desean obtener un grado académico en una institución educativa, optan por cumplir con todos los requisitos establecidos para adquirir tal comprobante de estudios. Para solventar su necesidad, algunas personas recurren a técnicas de falsificación de comprobantes de estudios, entre los que se incluyen títulos, diplomas y reconocimientos, para lograr pertenecer a un status o campo laboral donde se requiere demostrar habilidades y conocimientos del área a desempeñar. Tal acción se lleva a cabo debido a varios factores, entre ellos, el escaso recurso económico de la persona para solventar el pago de los estudios, el bajo nivel de aprovechamiento de la misma para cursar las asignaturas o la necesidad de resolver en corto plazo, la problemática de no contar con los estudios requeridos que exige el rol que quiere desempeñar en el campo laboral. La falta de ética por parte de la persona interesada en los comprobantes de estudios y por parte de las personas participantes en la falsificación de los mismos, aunado a la disponibilidad actual de mecanismos y tecnologías para su elaboración, ha dado pie al surgimiento de las llamadas “Fábricas de Diplomas” (García de Fanelli, 2002), un problema que actualmente ha sido difícil de atacar.

Motivado por la problemática que ha surgido debido a la falsificación de comprobantes de estudios, se presenta una alternativa de validación de la autenticidad de los mismos, por medio de un sistema que utiliza una tecnología que ha demostrado ser muy segura en cuanto al manejo y transporte de información sensible, ya que actualmente se utiliza en distintos tipos de aplicaciones que varían desde transacciones financieras, hasta el control de acceso físico y de información en instituciones gubernamentales de varios países. Tal tecnología mencionada es la de tarjetas inteligentes, la cual consta de dispositivos que tienen las mismas dimensiones físicas que las tarjetas de crédito convencionales y que se les ha incrustado un circuito integrado (chip) con capacidades que van desde el almacenamiento de información, hasta el procesamiento de la misma para brindar seguridad, portabilidad, facilidad de uso y confiabilidad (Cardlogix, 2004; Jurgensen & Guthery, 2002).

En este trabajo se propone el diseño de un sistema que permite almacenar y recuperar expedientes curriculares electrónicos en forma segura y eficiente, utilizando la tecnología de tarjetas inteligentes. El resultado esperado es que el sistema propuesto sirva de base para que en un futuro cercano se desarrolle una arquitectura que permita dar certeza a la sociedad de que, quienes se ostentan como profesionistas cumplen con la formación académica necesaria y los requisitos legales para ejercer una profesión. De la misma forma, brindar la certeza sobre el capital humano con que cuenta nuestra sociedad y lograr así, un mejoramiento en nuestra capacidad productiva.

1.1 Definición del problema

La evolución constante de las tecnologías de la información (TI) ha permitido que, en la actualidad, se cuente con herramientas especializadas para la gestión de documentación electrónica. Sin embargo, esta misma evolución de las TI ha facilitado la reciente proliferación de un fenómeno sociocultural y académico al que se le denomina “Fábrica de Diplomas” (García de Fanelli, 2002), el cual afecta la calidad de los procesos que

dependen de la formación académica de quien los realiza y, consecuentemente, el crecimiento económico, cultural y de valores de las organizaciones y de la sociedad.

Cuando una persona va a solicitar empleo o quiere continuar sus estudios en alguna institución educativa, debe presentar documentos que comprueben que tiene los estudios o experiencia laboral requeridos. La forma más común de verificación de la validez de estos comprobantes es por medio de la inspección visual de los mismos, por parte de la persona que les da trámite. Esto ha facilitado a los falsificadores recurrir a nuevas técnicas para falsificar los documentos, cumpliendo cada vez más con las nuevas exigencias en las características que determinan si el documento es válido. En algunos casos, como parte de una verificación más segura, se contacta a las instituciones o empresas que expiden los documentos probatorios para comprobar si la información contenida en ellos es válida. Este proceso resulta sencillo para los casos en que se validan documentos que provienen de empresas e instituciones que son conocidas por la entidad que está realizando la verificación, ya que generalmente se tienen los datos de contacto de los departamentos responsables de expedir tales documentos. Sin embargo, el proceso se vuelve complicado conforme se requiere validar documentos probatorios de instituciones y empresas que no son conocidas por la entidad en cuestión. Además, no se cuenta con un mecanismo seguro para validar en forma inmediata si las instituciones educativas y empresas se encuentran registradas legalmente con los organismos correspondientes. Debido a lo anterior, el proceso para determinar la validez de documentos probatorios requiere de tiempo, herramientas de comunicación y otros factores que, aunados a la cantidad de documentos por verificar, incrementan la complejidad del mismo.

En México existe la cédula profesional, la cual es una credencial que sirve para dar certeza que una persona cumple con la formación académica necesaria y ha cumplido con los requisitos legales para ejercer una profesión, ya sea de nivel licenciatura, maestría, doctorado, nivel técnico o nivel técnico superior. Para solicitarla, la Secretaría de Profesiones valida todos los documentos probatorios requeridos incluyendo, para el caso de licenciatura, los certificados de estudios de secundaria, bachillerato y profesional, así

como el acta de examen profesional y título profesional. El trámite de una cédula para nivel licenciatura tiene un costo de \$712 pesos mexicanos y contiene catorce mecanismos de seguridad para que no se pueda falsificar. Entre estos mecanismos se encuentran el uso de tinta ultravioleta, impresión en grabado láser con foto y firma, fondo de seguridad e impresión de cambio de color. Sin embargo, se han dado reportes sobre la falsificación de cédulas profesionales de este tipo, por lo que se inició un plan para aumentar la seguridad de éstas que consiste en incrustarles un circuito integrado o chip (Notimex, 2004).

La implementación del chip en la cédula profesional hará mucho más difícil su falsificación y podrá ser un medio seguro para que una persona demuestre que puede desempeñarse en el ámbito profesional. Sin embargo, este documento solamente muestra el grado de estudios de la persona sin mencionar más detalle sobre la misma y por lo tanto, tiene la desventaja de que no puede ser utilizada como documento probatorio de otros estudios como diplomados, cursos, publicaciones, ni de experiencia laboral.

Por otro lado, algunas instituciones educativas almacenan información de la trayectoria académica de sus alumnos en formato digital. Este proceso consiste en obtener una imagen digital del documento probatorio para posteriormente almacenarlo e incluirlo en el historial académico del alumno en caso de ser requerida su consulta. Esto les brinda la ventaja de tener un mejor control de los documentos, así como contar con acceso rápido a los mismos para cuestiones internas de la institución. Sin embargo, este método no constituye una estrategia adecuada para la consulta de datos específicos contenidos en los documentos, por no contarse con un estándar para el almacenamiento y presentación de los expedientes curriculares. Además, sus expedientes no pueden ser consultados desde otras instituciones o empresas que requieran validar comprobantes de estudios de una persona. Lo anterior, en términos del problema que aquí se plantea, no proporciona ventajas adicionales a las propias del almacenamiento físico de la información.

Existe la necesidad de resolver los graves inconvenientes asociados a la gestión tradicional de los expedientes curriculares en papel, tales como la realización de procesos repetitivos, la falta de control, la acumulación o pérdida de expedientes, dificultad para

transportarlos y sobre todo la vulnerabilidad a su alteración y falsificación. Tales demandas, propias del área de la educación y del sector laboral, han creado la necesidad de contar con sistemas modernos para el procesamiento de información curricular.

Las tecnologías de la información han facilitado los diferentes procesos que contribuyen a la falsificación de comprobantes de estudios y de experiencia laboral. Estos procesos van desde el duplicado o creación del documento falso hasta su proliferación y venta. Actualmente una de las vías más comunes para realizar esta venta es por medio de Internet, ya que es la herramienta que más nos acerca al mundo de la publicidad y del comercio. Lo anterior se refleja en el alto incremento de la fabricación de documentos probatorios falsos, así como en la complejidad para identificarlos. Por lo tanto, es de relevancia que se cuente con un sistema que aproveche las ventajas de los dispositivos de almacenamiento y recuperación de información y las tecnologías de información actuales que permita verificar la validez de la documentación presentada por el portador, y que minimice el esfuerzo y tiempo invertido en el proceso de autenticación.

1.2 Antecedentes

En 1950 surgió la idea de utilizar tarjetas de plástico para identificar a clientes que tenían ciertos privilegios, como descuentos y línea de crédito, en establecimientos tales como bancos, restaurantes y otros negocios. Al paso de los años los bancos empezaron a implementar mecanismos de seguridad a estas tarjetas al agregarle una barra magnética que contenía información sobre la cuenta del cliente, hecho motivado principalmente por la necesidad de evitar fraudes o duplicado de la tarjeta. A pesar del éxito en el uso de estas tarjetas con barra magnética, no fue suficiente para evitar los delitos por el mal uso. Los bancos tuvieron que implementar medidas de seguridad más estrictas ante la gran cantidad de fraudes por clonación (eGov, 2006).

La invención del microprocesador en 1971 por la empresa Intel, abrió las puertas a un mundo de aplicaciones donde se requiere el procesamiento de información. Estos

dispositivos han evolucionado en gran escala en cuanto a las capacidades de procesamiento, velocidad y miniaturización. Posterior a la invención del microprocesador se desarrollaron los microcontroladores, los cuales son la integración de las funciones del microprocesador, con componentes adicionales para lograr conformar lo que se conoce como una “computadora en un solo circuito integrado (chip)”. En la actualidad existen microcontroladores para todo tipo de aplicación. Castillo & Sosa (2001), en un trabajo de investigación sobre estos dispositivos, mencionan que “cualquier dispositivo que haga mediciones, almacene información, controle procesos, realice cálculos o despliegue información, es candidato para contener un microcontrolador”.

En 1974 un inventor francés patentó la primera tarjeta que contenía un circuito integrado con capacidades de realizar transacciones. En aquel entonces era demasiado costosa, pero no fue sino hasta 1978 que, gracias a la miniaturización de los circuitos integrados, se lograron producir estas tarjetas en grandes cantidades. La red de tarjetas de crédito “Carte Bancaire” implementó esta tecnología en sus tarjetas Visa y MasterCard.

La evolución de la tecnología de estos dispositivos permitió el desarrollo de diversas aplicaciones, haciéndolas cada vez más seguras para la transferencias de fondos, monedero electrónico, almacenamiento de valor e información sensible y como medio de autenticación e identificación. Tanto fue el éxito de esta tecnología que en 1986 se encontraban en circulación varios millones de tarjetas inteligentes para uso telefónico en Francia, alcanzando casi 60 millones en 1990 y para 1994 ya todas las tarjetas en bancos franceses contaban con chip integrado. Hoy en día se utilizan tarjetas con chip en más de 90 países (Petri, 1999; eGov, 2006).

Las tarjetas inteligentes se han incorporado también en el ámbito educativo, al ser utilizadas en diversas aplicaciones que van desde monedero electrónico, hasta medio de autenticación para que los estudiantes puedan acceder a información académica. Tal es el caso de la Universidad de Cantabria en España, la cual utiliza tarjetas inteligentes para que sus estudiantes, profesores, investigadores y personal administrativo, puedan realizar diversos pagos en su modalidad de monedero electrónico, obtener descuentos en distintos

establecimientos afiliados a la institución, acceder a edificios del campus que requieren autorización, obtener préstamos de libros de las bibliotecas, acceder a los equipos de cómputo y comercio electrónico, entre otros servicios (UC, 2003). Como otro ejemplo, se encuentra la Universidad Autónoma de Baja California, quien recientemente repartió tarjetas inteligentes a sus estudiantes para que puedan realizar los pagos de colegiatura, identificarse en los servicios de préstamo de libros en las bibliotecas y servir como identificación de estudiante. Esto abre las puertas para desarrollar nuevas aplicaciones y aprovechar así, los beneficios que estos dispositivos brindan.

El hecho de que las tarjetas inteligentes cuenten con la capacidad para funcionar como mecanismo de autenticación e identificación, hace posible que éstas se puedan integrar a sistemas mayores que cuenten con aplicaciones variadas incluyendo bases de datos, y permitir así, la consulta de información relacionada con el portador de la tarjeta inteligente. Como ejemplo de una aplicación así, se encuentra el de un sistema que permita almacenar y consultar información sobre documentos probatorios que avalen los estudios y la experiencia laboral de una persona. Sin embargo, esto implicaría contar con un sistema donde se almacene de manera estructurada y estandarizada tal información. Actualmente no se cuenta con una estandarización para estructurar información de este tipo, pero existen algunos grupos de personas independientes que se encuentran trabajando en el desarrollo de esquemas para el almacenamiento de documentos académicos. Tal es el caso del proyecto *XMLRésumé Library* que, a finales del 2002, hizo pública la versión 1.5.1 de un programa con licencia de código abierto que permite crear un esquema de un currículum vitae, utilizando una definición de un tipo de documento (DTD) en lenguaje XML. Tal proyecto pretende mostrar una idea de cómo debe ser estructurado un currículum vitae para ser transportado entre diversas plataformas y aprovechar así, las tecnologías de la información para consulta y manejo de información académica entre instituciones educativas y empresas (Kelly, Christensen & Miller, 2002). El hecho de estar elaborado en lenguaje XML brinda varias ventajas, entre las que se encuentran, ser fácil de crear y de interpretar, facilita el intercambio de información entre distintas plataformas, utiliza una estructura jerárquica, permite agregar y eliminar elementos sin que se pierda su estructura y además, la información de los documentos

está etiquetada por su significado de forma precisa, por lo que facilita el desarrollo de aplicaciones donde se requiera presentación y búsqueda de información (McManus & Kinsman, 2002). Sin embargo, existe la limitante de que la estructura del proyecto *XMLRésumé Library* no incluye información a detalle sobre todos los elementos que conforman los documentos probatorios existentes. Tal proyecto permite estructurar solamente un resumen acerca de las habilidades, estudios y experiencia laboral de la persona, sin incluir elementos que sirvan para verificar su validez.

Tomando como referencia el proyecto *XMLRésumé Library*, se presenta en este trabajo el diseño de una estructura de documento en formato XML para almacenar expedientes curriculares en servidores de bases de datos, los cuales podrán ser consultados de manera eficiente y segura, utilizando tarjetas inteligentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema basado en tarjetas inteligentes que permita almacenar y recuperar de manera segura y eficiente, expedientes curriculares electrónicos para brindar una alternativa en la verificación de la validez de documentos probatorios de las personas que cuentan con estudios de nivel profesional.

1.3.2 Objetivos específicos

A partir de la definición del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Establecer los requerimientos para el diseño de un sistema que brinde una alternativa eficiente y segura, para la verificación de la validez de documentos

- probatorios.
2. Proponer el uso de tarjetas inteligentes como mecanismo seguro de autenticación e identificación para tener acceso al sistema de almacenamiento y consulta de expedientes curriculares electrónicos.
 3. Proponer y desarrollar un modelo para el almacenamiento y representación de expedientes curriculares electrónicos, con una estructura bien definida, que sea fácil de interpretar, y que sirva como estándar para su uso por las instituciones educativas y empresas del todo el país.
 4. Diseñar y presentar la arquitectura del sistema de almacenamiento y recuperación de expedientes curriculares electrónicos.

1.4 Metodología

La metodología utilizada para la realización de este trabajo se integró por tres etapas, tal como lo muestra la figura 1.1 (Hernández, Fernández & Baptista, 1991). La primera etapa consistió en un estudio exploratorio, debido a que se examinó el tema y la problemática a solucionar, mencionando algunos antecedentes que motivaron la realización de este trabajo. En base a lo anterior, se definió el objetivo general el cual derivó en varios objetivos específicos.

Una vez planteado el problema y definido los objetivos, se realizó una investigación descriptiva la cual consistió de una revisión bibliográfica extensa sobre la tecnología de las tarjetas inteligentes para la documentación de temas que incluyen desde sus antecedentes hasta lo más actual, así como ejemplos de aplicaciones y temas relacionados con el manejo de información en forma segura. De igual forma, se elaboró el marco teórico sobre el tema de la seguridad de la información y los mecanismos para brindarla. Una vez obtenido suficiente información sobre estos dos temas fundamentales para este

trabajo, se procedió a realizar un análisis de la misma y documentar aquello que se consideró relevante para este trabajo.

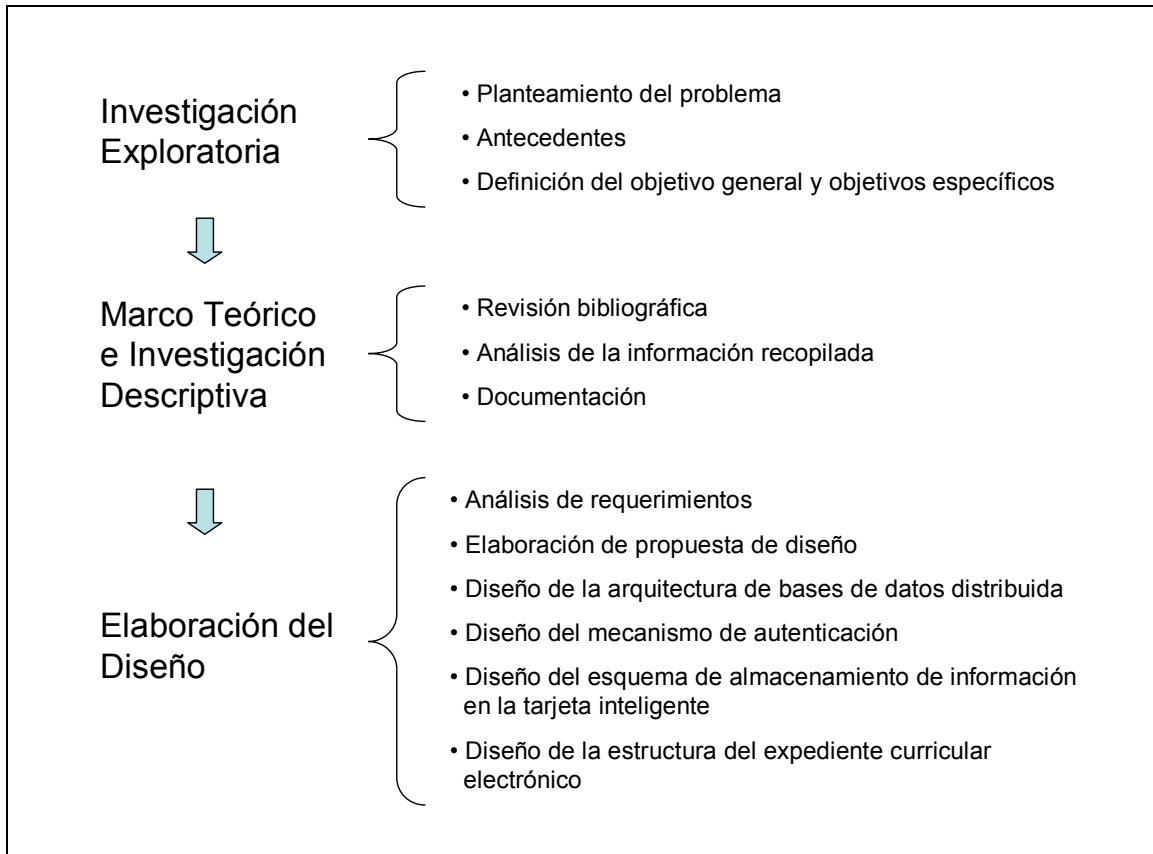


Figura 1.1 – Descripción de la metodología

La siguiente etapa consistió en la elaboración del diseño propuesto. Éste parte del análisis de los requerimientos, lo cual permitió definir algunos aspectos tales como la manera en que se distribuye la información en el sistema, el diseño de la arquitectura y los elementos que incluye, así como los mecanismos que se emplearon para brindar seguridad a la información. La información recopilada sobre la tecnología de tarjetas inteligentes y sobre seguridad de la información, brindó las bases para diseñar un mecanismo seguro de autenticación de los usuarios con el sistema. Para lograr esto, se llevó a cabo un análisis de algunos paquetes de desarrollo de aplicaciones con tarjetas inteligentes que se encuentran disponibles comercialmente y se seleccionó el más

apropiado para este trabajo, de acuerdo a los criterios establecidos en dicho análisis. El tipo de tarjeta inteligente que se incluye en el paquete de desarrollo seleccionado, determinó en gran parte la manera en que se diseñó el mecanismo de autenticación de los usuarios con el sistema. Una vez completado este diseño, se procedió a elaborar un esquema de almacenamiento para almacenar los datos personales del usuario en la tarjeta inteligente.

Como última etapa de este trabajo, se diseñó la primera versión de la estructura de un expediente curricular electrónico, cumpliendo con los requisitos de estar bien definida y de que pueda ser estandarizada para ser implementada por todas las instituciones educativas y entidades laborales que se integren a este sistema.

1.5 Estructura del documento

El documento de esta investigación se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo II se presenta la tecnología de las tarjetas inteligentes, comenzando por su definición y se citan algunos eventos históricos que contribuyeron al surgimiento y evolución de tales dispositivos, desde 1950 hasta la actualidad. Posteriormente se presentan las formas en que las tarjetas inteligentes se clasifican, así como sus variadas aplicaciones, características, tecnologías empleadas y software para el desarrollo de aplicaciones. Al final del capítulo se mencionan los estándares que definen las propiedades físicas, de comunicación y señalización de datos, así como los protocolos empleados.

El capítulo III presenta el tema de la seguridad de la información. Aquí se definen algunos conceptos básicos relacionados con este tema, así como los elementos que intervienen en ella. Posteriormente se mencionan los mecanismos que permiten la construcción de una solución segura para el intercambio de información, haciendo énfasis

en el tema de la criptografía, y se describen los tipos de algoritmos criptográficos existentes.

En el capítulo IV se presenta el diseño del sistema propuesto, partiendo de los requerimientos para proporcionar una alternativa segura en la verificación de la validez de documentos probatorios. El diseño se divide en cinco secciones para mostrar de manera más clara los aspectos que lo componen. En la primera sección se presenta la manera en que se distribuye en el sistema, la información de los expedientes curriculares. Se comienza con un análisis de las ventajas y desventajas que brindan tanto el almacenamiento centralizado, como el distribuido, y los aspectos a considerar. En base a este análisis, se presenta a detalle como se almacenará esta información. La segunda sección comienza ya con la arquitectura del sistema. Aquí se presentan los elementos que lo conforman y las funciones que éstos realizan. La tercera sección se enfoca al uso de tarjetas inteligentes para brindar un mecanismo seguro de autenticación con el sistema e identificación de los usuarios. Se presenta a detalle el proceso de autenticación mutua que se lleva a cabo entre los usuarios y los servidores del sistema. En la cuarta sección se describe la información que contendrá la tarjeta inteligente en su memoria interna. Primero se presenta un análisis de la información requerida, haciendo una comparación con las capacidades de almacenamiento de la tarjeta inteligente seleccionada para este trabajo. Posteriormente se define un esquema de almacenamiento de esta información y la manera en que se podrá adecuar a la estructura de archivos existente en estos dispositivos. Como última sección del capítulo IV, se presenta el diseño de la estructura de los expedientes curriculares electrónicos empleando el Lenguaje de Mercado Extensible (XML). Para esto, se define primero cada elemento que contendrán los documentos probatorios y posteriormente se presenta el esquema que éstos utilizarán para su almacenamiento.

Seguido del diseño, se presentan las conclusiones que se obtuvieron al finalizar la investigación y desarrollo de este trabajo. Al final se incluyen algunos anexos que complementan este trabajo con información relevante, seguido de la bibliografía empleada y algunos productos resultantes de este proyecto de investigación.