

Vol. 17, Núm. 3, 2015

Modelo de gestión para diseño curricular basado en prácticas de ingeniería de software

Management Model for Curriculum Design based on Software Engineering Practices

Huizilopoztli Luna-García (1) hlugar_isc@hotmail.com
Francisco Javier Álvarez-Rodríguez (2) fjalvar@correo.uaa.mx
Ricardo Mendoza-González (3) mendozagric@yahoo.com.mx

(1) Universidad Autónoma de Zacatecas
(2) Universidad Autónoma de Aguascalientes
(3) Instituto Tecnológico de Aguascalientes

(Recibido: 19 de diciembre de 2013; Aceptado para su publicación: 29 de enero de 2015)

Cómo citar: Luna-García, H., Álvarez-Rodríguez, F. J. y Mendoza-González, R. (2015). Modelo de gestión para diseño curricular basado en prácticas de ingeniería de software. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(3), 61-78. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol17no3/contenido-luna-alvarez-mendoza.html>

Resumen

En este artículo se propone un modelo para administrar, coordinar y evaluar el proceso para el diseño de programas educativos. Esta alternativa complementa las metodologías tradicionales de diseño curricular mediante la integración de aspectos formales del modelado de procesos (Modelo de Boehm) propios de la Ingeniería de Software y del Modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration). El modelo genera varios formatos como guía para su implementación, ambos fueron evaluados mediante un método de validación de estudios conceptuales.

Palabras clave: Diseño curricular, planes educativos, ingeniería de software.

Abstract

This paper shows a model to manage, coordinate, and evaluate processes to design educational programs. This alternative enrich traditional methodologies for curriculum design by means of integrating formal aspects from Software Engineering process model (Boehm's Model), and the CMMI model (Capability Maturity Model Integration). We asses this model –including its generated filling-formats– using a method for conceptual studies validation.

Keywords: Curriculum design, educational planning, software engineering.

I. Introducción

Frecuentemente se presentan cambios significativos en la sociedad provocados por el constante avance en las TIC repercutiendo en el ámbito educativo y derivando en requerimientos específicos que deben satisfacer los egresados de las universidades para incorporarse al sector laboral. Tales necesidades se vinculan directamente a la revisión, transformación y/o renovación de la calidad académica de los programas de estudio que ofertan (Rincón, 2009).

Las instituciones educativas y centros de investigación han reconocido la importancia de los sistemas de software para el desarrollo óptimo de sus funciones, específicamente en el ámbito de la educación superior el diseño curricular implica un trabajo complejo que requiere entre otras cosas, la administración, coordinación, evaluación y sistematización de sus procesos, ante esto, se requiere del diseño de software que contribuya a mejorar dichos procesos a partir de una cultura de mejora constante. Sin embargo, para proporcionar dicho software se requiere inicialmente de una mejora sustancial en los diferentes planos del proceso de diseño curricular.¹

Recientemente han surgido alternativas para actualizar la oferta educativa en función a una gran variedad de requerimientos, donde la tarea de los organismos evaluadores y acreditadores de la calidad de la educación superior indican el diseño óptimo de los programas educativos, sin embargo, el trabajo de diseño curricular es desigual y depende de múltiples factores, escenario perfecto para un modelo de procesos genérico que permita subsanar los problemas que se presentan durante la construcción de un Programa Educativo (PE).

Definir los PE de las licenciaturas y coordinar el equipo de trabajo para su desarrollo se ha convertido en uno de los principales retos para la comunidad académica, ya que hace falta literatura especializada respecto a propuestas que ayuden a solucionar los problemas que ocurren en el proceso de creación de un PE o propuestas curriculares (Ávila y Rodríguez, 2009), (Corvalán, et al., 2013), así como metodologías sistematizadas que hagan probable el logro de metas educativas específicas (Díaz-Barriga, et al., 1984), además, no existe un instrumento que permita a los grupos de trabajo y a los departamentos de diseño y desarrollo curricular, administrar, coordinar y evaluar el proceso en un proyecto curricular (Departamento de Diseño Curricular (DDC) | Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 2008).

El trabajo sobre currículo representa una acción social muy importante, pues implica la organización de los conocimientos para su transmisión y la producción de otros (Pansza, 1987). A través del tiempo han sido desarrollados e identificados *criterios y principios* para estructurar propuestas curriculares (Fillooy, 1995), (Rangel, 2015), *métodos y metodologías* (Díaz-Barriga, et al., 1984), (Ávila y Rodríguez, 2009), (Corvalán, et al., 2013) así como *modelos alternativos* (Pansza, 1987), (Gil, 2004), (Díaz-Barriga, 2005), (Rincón, 2009), (Díaz-Barriga, 2010), (Jonnaert, 2011), (Vincent y Focht, 2011) que contemplan diferentes criterios, aspectos, innovaciones, paradigmas y teorías para el diseño y desarrollo de un PE que se pueden aplicar a diversas áreas del conocimiento, e.g. ingeniería de software, educación ambiental, entre otros.

A partir de lo anterior, en este artículo se propone un modelo que sirve de marco de referencia para la administración, coordinación y evaluación del proceso de diseño de un proyecto curricular, aspectos no contemplados en las propuestas analizadas.

II. Problemática

La sociedad ha manifestado de diferentes formas que los programas de estudio y en general la

¹ El diseño curricular tiene un papel importante respecto a la educación en la sociedad y es necesario considerar el plan de estudios en todas sus etapas como un proceso (Panza, 1984).

formación de los profesionales no cubren sus necesidades, esto es, que la educación superior no es pertinente.² Para responder a este cuestionamiento y hacer frente a los enormes cambios que se están presentando, la industria, el gobierno y las Instituciones de Educación Superior (IES) han realizado estrategias y acciones conjuntas para dar soporte a estas nuevas necesidades, aunque dichos esfuerzos aún son insuficientes.

Como se mencionó en la sección anterior, en la literatura se encuentran diferentes propuestas, enfoques y estudios sobre modelos y metodologías para el diseño de Programas Educativos (PE), no se puede negar la importancia que han tenido estas aportaciones como referentes teóricos en el ámbito del diseño curricular, sin embargo, no se han encontrado propuestas o métodos formales orientados hacia la mejora en la administración, coordinación y evaluación del proceso de diseño curricular, por ello creemos necesario el desarrollo de herramientas que ayuden a solucionar los problemas que surgen durante el proceso de diseño de un PE y al mismo tiempo se logre satisfacer los requerimientos o necesidades de la sociedad y de las instituciones educativas. Además, algunas IES requieren de un esquema, guía o marco de trabajo que les sirva como referencia para el diseño de nuevos programas de estudio que den respuesta a las necesidades actuales.³

Ávila y Rodríguez (2009) mencionan que hace falta literatura respecto a propuestas que ayuden a solucionar los problemas que ocurren en el proceso de creación de un PE o propuestas curriculares, de la misma manera se expresa que no existe un instrumento que permita a los comités y departamentos de diseño y desarrollo curricular administrar, coordinar y evaluar el proceso de un proyecto curricular (DDC|UAA, 2008), adicionalmente se menciona que aún cuando existen varios conceptos y definiciones sobre currículum no hay un acuerdo en cuanto a conceptos relacionados con el tópico, se presenta poca investigación y escasa sistematización en el área del diseño curricular (Lunenburg, 2011), sin embargo, no obstante el trabajo realizado en esta área, se requiere todavía mucha investigación para alcanzar el desarrollo, sistematización y especificación de metodologías que sean útiles a los diseñadores curriculares en educación superior (Díaz-Barriga et al., 1984).

Lo anterior nos lleva a declarar que no se ha encontrado un modelo que contribuya a que el proceso de creación de un PE sea más confiable y guíe a los equipos de diseño en su construcción, esto da la pauta para que el modelo propuesto, sea una aportación en tal sentido y al mismo tiempo una alternativa que guíe a los equipos de diseño y desarrollo curricular en las IES y Centros de Investigación mientras realizan el trabajo que requiere construir un PE.

Con este trabajo se pretende aportar a la derivación curricular elementos tales como la administración, coordinación y evaluación del proceso para el diseño y desarrollo curricular, utilizando técnicas de la disciplina de la Ingeniería de Software, las cuales aportan una factibilidad práctica en la reestructuración de las metodologías tradicionales de diseño curricular.⁴

El trabajo de investigación abordó como objetivo general integrar las mejores prácticas de administración y planeación de proyectos de modelos de la Ingeniería de Software en la metodología tradicional de diseño curricular, y al mismo tiempo establecer un conjunto de actividades, tareas y artefactos con el fin de integrar un modelo de procesos genérico para la creación de un Programa Educativo.

² Uno de los retos que hay que vencer de acuerdo con las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación del país, consiste en que *“los métodos educativos y los programas de estudio reflejen de mejor manera el ritmo acelerado de desarrollo de las Tecnologías de la Información”*. (Prosoft 2.0, 2008).

³ La complejidad de un plan de estudios con su red de relaciones internas (escolares) y externas (sociedad), hace evidente la necesidad de un proceso de investigación permanente (Margarita Panza, 1987).

⁴ Dado que los procesos educativos reales son multicausales y sobredeterminados en la compleja red de la lucha de clases, el abordaje metodológico no puede ser unilateral ni responder a un enfoque único. Es necesario encararlo desde ángulos diversos y también usar diversos sistemas de interpretación, Puiggrós, citado en (Pansza, 1987).

III. Elementos de la estructura del modelo

Para el desarrollo del modelo propuesto fueron adoptados algunos elementos generales de la Metodología de Diseño Curricular considerada una de las estrategias más utilizadas en el desarrollo de planes y programas de estudio en México, principalmente en instituciones de nivel superior, la cual fue propuesta por (Díaz-Barriga et al., 1984), así como otras metodologías importantes, como Vélez, 2010. Tales conceptos se complementaron con los lineamientos generales para el diseño de planes de estudio del Departamento de Diseño Curricular de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (DDC|UAA, 2008). De la integración de tales elementos se deriva la estructura que define la metodología de diseño curricular (ver Figura 1) subyacente al modelo propuesto en este artículo para la creación de un Programa Educativo (PE).⁵

La metodología de diseño curricular empleada para este trabajo de investigación se basa en el modelo por objetivos, modelo vigente del DDC de la UAA, no obstante hay que recalcar que el modelo propuesto puede ser adaptado para cualquier enfoque, paradigma o modelo educativo institucional, ya sea por objetivos, basado en competencias o cualquier modelo resultado de la mezcla de modelos educativos básicos centrados en el aprendizaje, por ejemplo. conductista, cognitivista o constructivista.

Adicionalmente, se retoman tres áreas de proceso (Administración de Requerimientos, Administración de Riesgos y Planeación del Proyecto)⁶ del Modelo de Madurez de Mejora de Procesos, CMMI, acrónimo de *Capability Maturity Model Integration*, para la administración, coordinación y evaluación del proyecto curricular. CMMI es un modelo que contiene las mejores prácticas que tratan las *actividades de desarrollo y mantenimiento* que ayudan a las organizaciones a *mejorar sus procesos*, este modelo fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon (Software Engineering Institute/Carnegie Mellon, 2006).⁷

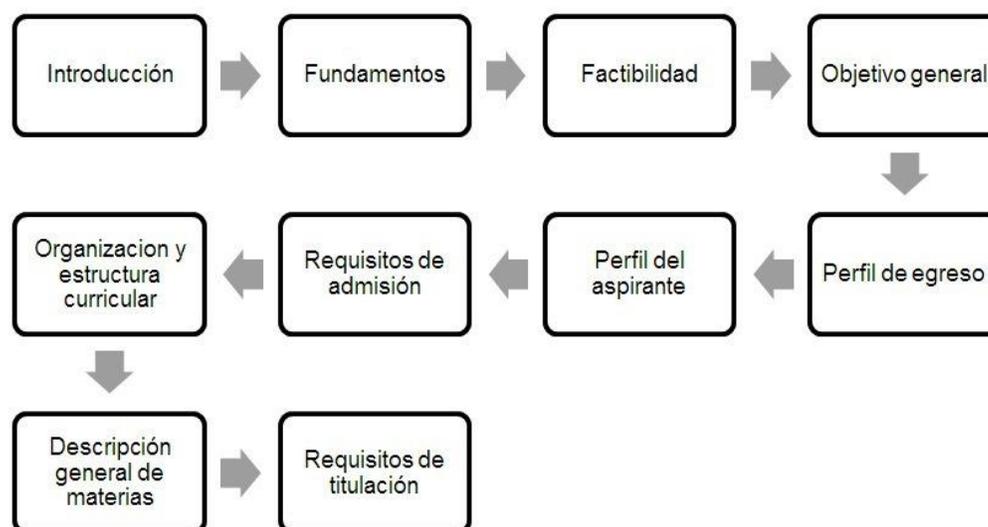


Figura 1. Elementos generales de la estructura de diseño curricular

⁵ Los elementos generales de la Figura 1 forman la base para el desarrollo del cuadrante tres del modelo propuesto (ver Figura 2).

⁶ Las tres áreas de proceso del modelo CMMI (*Administración de Requerimientos, Administración de Riesgos y Planeación del Proyecto*) forman la base de los cuadrantes: uno, dos y cuatro respectivamente del modelo propuesto (ver Figura 2).

⁷ El modelo puede ser consultado con más detalle en <http://cmminstitute.com> y en <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr008.pdf>

IV. Modelo propuesto

El modelo se compone de tres fases principales organizadas en cuatro cuadrantes (ver Figura 2), los cuales muestran las actividades generales para el trabajo de diseño de un Programa Educativo (PE).

4.1 Fundamentos del modelo

El modelo conceptual retoma dos disciplinas del conocimiento, Ingeniería de Software y Diseño Curricular, entre las cuales se establecen nexos interdisciplinarios que permiten abordar el objeto de estudio en forma integral. De la disciplina de la Ingeniería de Software (IS), se consideran las bases del Modelo en Espiral de Barry Boehm (1998) para el proceso general de diseño del PE; el modelo de Boehm, es un modelo de ciclo de vida utilizado en esta disciplina para el desarrollo de productos de software, donde sus actividades se conforman en una espiral en la que cada iteración representa un conjunto de tareas. Así también, se retoman las tres áreas de proceso del Modelo CMMI comentadas en la sección anterior. De la disciplina de Diseño Curricular, se consideran la Planeación Curricular de (Arnaz, 1981), la Metodología de Diseño Curricular para Educación Superior de (Díaz-Barriga et al., 1990), la Teoría y Diseño Curricular de (Casarini, 1999), así como la Metodología de Diseño Curricular del Departamento de Diseño Curricular de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (DDC/UAA, 2008), para formar la base teórico-metodológica del modelo para el diseño del nuevo PE.

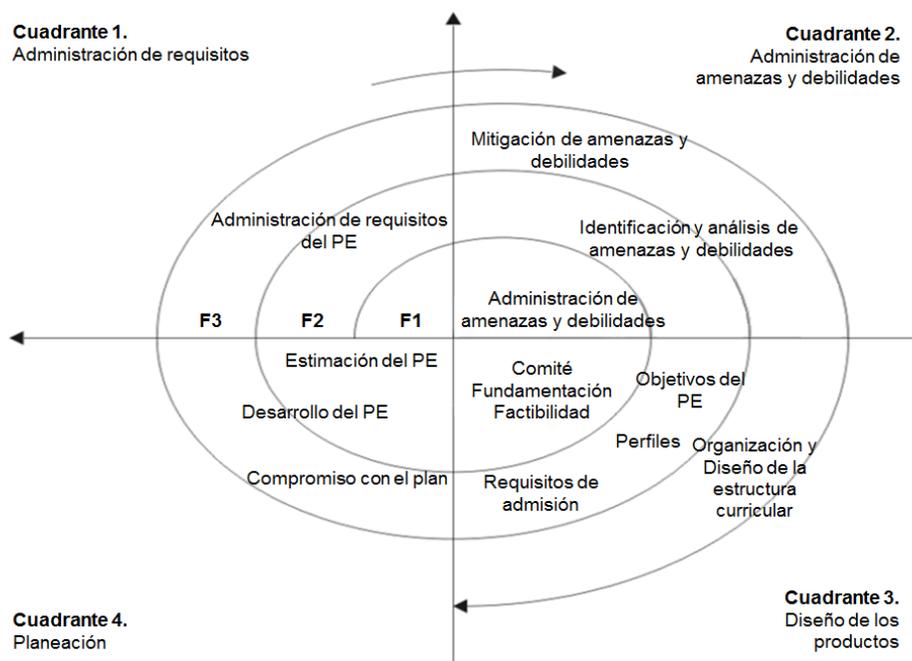


Figura 2. Estructura general del modelo para el desarrollo de Programas Educativos

Utilizar como base el modelado de desarrollo en espiral, permite aprovechar una serie de entregas progresivas con la consideración explícita de los riesgos asociados al diseño de un PE, los riesgos originan problemas en los proyectos curriculares, por lo que la disminución de los mismos resulta ser una actividad importante en el proceso de diseño de un PE, así mismo la naturaleza iterativa del modelo permite la *consideración implícita de una evaluación continua del currículum*.

Cada una de las tres fases, establecen un conjunto de actividades y tareas a realizar dentro de los cuatro cuadrantes del modelo, estas actividades y tareas son llevadas a cabo mediante un conjunto de plantillas (*no incluidas en este documento*)⁸ las cuales guiarán al equipo de desarrollo curricular en la construcción del PE.

Como se dijo en la introducción, Pansza (1984) menciona que “es necesario considerar el plan de estudios en todas sus etapas como un proceso”. Desde la perspectiva de la Ingeniería de Software (IS) y de acuerdo con Hanna Oktaba (1998), *un proceso de software se compone de fases, actividades, artefactos y recursos*. Así también, en el ámbito educativo, Arredondo citado por (Díaz-Barriga, et al., 1984) argumenta que *el diseño curricular es un proceso dinámico, continuo, participativo y técnico*. De tal manera que, a partir de las definiciones anteriores es posible determinar que los elementos de los procesos de ambas disciplinas pueden ser integrados en un modelo general.

En el modelo se propone insertar las actividades de las áreas de proceso del modelo CMMI (Administración de Requerimientos, Administración de Riesgos y Planeación del Proyecto) a la metodología de diseño curricular propuesta en la Figura 1. Asimismo, puede observarse dicha integración en la Figura 3.

A continuación se describen brevemente los propósitos de las fases y cuadrantes del modelo propuesto.

Fase 1. Marco contextual de la institución. El propósito de esta fase es contextualizar el entorno a través del análisis y estudio de la realidad educativa y social para el contexto donde se planea implementar el Programa Educativo (PE).

Fase 2. Marco conceptual de la institución. El propósito de esta fase es describir el conjunto de fundamentos conceptuales que permitirán describir el objetivo del nuevo PE, así como la identificación y descripción de los perfiles (del aspirante y de egreso) y los requisitos de admisión.

Fase 3. Organización y diseño de la estructura curricular. El propósito de esta fase es diseñar y organizar la estructura curricular del PE, es decir, la distribución de las materias en el tiempo y su agrupación en áreas curriculares, atendiendo criterios de integración vertical, horizontal, secuencia y continuidad, considerando en todo momento la congruencia interna del PE que se verá reflejada en el mapa y estructura curricular.

Cuadrante 1. Administración de requisitos. Su propósito es administrar los requerimientos o necesidades educativas en cada una de las tres fases del modelo para el diseño del PE, e identificar las posibles inconsistencias entre los requisitos o necesidades obtenidos y los planes y productos de trabajo del proyecto curricular.

Cuadrante 2. Administración de amenazas y debilidades. Su propósito es identificar los problemas potenciales tanto externos como internos antes de que ocurran, para que las actividades y tareas de tratamiento puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo del proyecto curricular y mitigar los impactos adversos y alcanzar los objetivos en el diseño del PE.

Cuadrante 3. Diseño de los productos. En este cuadrante es donde se realizan las actividades y tareas generales de la metodología para el diseño del PE (ver Figura 3), las cuales guiarán al comité de diseño en la construcción del nuevo programa; este cuadrante puede estar apoyado por las actividades y tareas genéricas de los cuadrantes uno, dos y cuatro.

Cuadrante 4. Planeación. Su propósito es establecer y mantener los planes que definan las

⁸ Las plantillas pueden ser consultadas en <http://www.usableinteraction.mx/ModeloGestionCurricular/Formas/>

actividades y tareas para el proyecto curricular.

La Figura 3 muestra el desglose del Cuadrante 3, el cual es el que determina el flujo de trabajo para la construcción del PE, los cuadrantes 1, 2 y 4, contienen actividades genéricas, las cuales se integran al flujo de trabajo de las metodologías de diseño curricular tradicional; también se muestra la interacción entre las metodologías de diseño curricular ya sea por objetivos o competencias y la integración de las tres áreas de proceso del modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) (cuadrante 1, 2 y 4).

Como puede observarse en la Figura 3, las actividades de los cuadrantes 1, 2 y 4 pueden adaptarse al modelo educativo propio de cada institución para el diseño de sus PE, ya sea por objetivos o competencias como se muestra en la Fase 2, ya que comparten actividades similares durante el flujo de trabajo para la construcción de un PE. También se muestra en donde actúan las tres áreas de proceso del modelo de madurez CMMI y cómo al final de cada fase se aplican las actividades y tareas de los cuadrantes dos y cuatro, esto con el fin de *asegurar la administración y pertinencia tanto del proceso como del PE*.

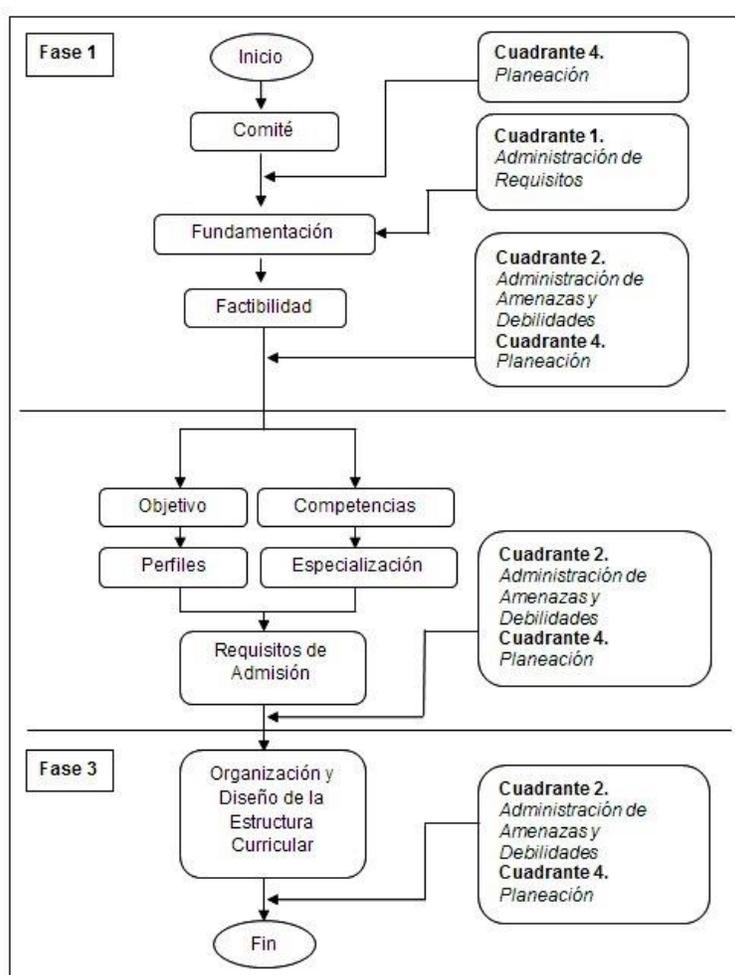


Figura 3. Flujo de trabajo que guía al comité de diseño y desarrollo curricular en la construcción del Programa Educativo

Actividades y tareas del flujo de trabajo. A continuación se desglosan de forma general las

Actividades (A) y Tareas (T) del flujo de trabajo de la Figura 3 para la construcción del Programa Educativo (PE) considerando el modelo por objetivos vigente en ciertas instituciones educativas, además, se indica también la *Forma* a utilizar en la *Tarea* correspondiente.

El propósito de la Fase 1 (ver Tabla I), consiste en la creación de un comité para el diseño del PE, el cual llevará a cabo las actividades y tareas relacionadas con la fundamentación y la factibilidad del proyecto curricular. Una vez creado el comité, la siguiente actividad es investigar, analizar y describir las necesidades educativas para establecer la fundamentación del PE así como su factibilidad académica y económica.

Tabla I. Fase 1: Marco contextual de la institución

| |
|--|
| A1. Crear el comité de diseño del programa educativo |
| T1.1 Organizar el comité de diseño del programa educativo <i>Forma 1. Creación del comité de diseño</i> |
| T1.2 Diseñar el plan de trabajo inicial para el proyecto <i>Forma 2. Planeación (a)</i> <i>Forma 3. Planeación (b)</i> <i>Forma 4. Planeación (c)</i> <i>Forma 5. Planeación (d)</i> |
| A2. Establecer la fundamentación del programa educativo |
| T2.1 Investigar los requerimientos o necesidades educativas <i>Forma 6. Administración de requisitos</i> |
| T2.2 Realizar un análisis de la experiencia profesional |
| T2.3 Investigar el mercado laboral |
| T2.4 Analizar la demanda estudiantil |
| T2.5 Analizar los planes y programas de desarrollo nacional, regional y local |
| T2.6 Describir la misión y modelo educativo institucional |
| T2.7 Describir el plan de desarrollo institucional |
| T2.8 Analizar los planes de estudio similares <i>Forma 7. Análisis comparativo de planes de estudio similares</i> |
| T2.9 Analizar las tendencias de formación profesional |
| A3. Establecer la factibilidad académica |
| T3.1 Definir el perfil deseable del docente |
| A4. Establecer la factibilidad económica |
| T4.1 Establecer la(s) carta(s) compromiso y/o convenio(s) institucional(es) |
| T4.2 Realizar un análisis sobre disponibilidad de información bibliotecaria para el programa educativo |
| T4.3 Realizar un análisis sobre el equipamiento necesario para el programa educativo |
| T4.4 Realizar un análisis de recursos financieros para el proyecto curricular |

Nota: Al llegar al final de cada una de las fases, es recomendable aplicar las actividades y tareas de los cuadrantes dos y cuatro; y con el apoyo de las formas: 8, 9, 10, 2, 3 y 4 es posible evaluar cada fase y planear la siguiente.

El propósito de la Fase 2. Marco conceptual de la institución (Tabla II), es describir el objetivo del nuevo PE, así como definir el perfil de egreso y perfil deseable del aspirante, y establecer los requisitos de admisión de la institución.

Tabla II. Fase 2. Marco conceptual de la institución

| |
|--|
| A1. Formular el objetivo general del programa educativo T1.1 Describir el objetivo del programa educativo |
| A2. Definir el perfil de egreso T2.1 Establecer el cuerpo de conocimientos T2.2 Definir las habilidades a desarrollar T2.3 Definir las actitudes a desarrollar <i>La Forma 11. Perfil de egreso, es utilizada para las tareas 2.1, 2.2 y 2.3 de esta actividad</i> T2.4 Describir el campo de acción del egresado |
| A3. Definir el perfil deseable del aspirante T3.1 Describir las características del aspirante en cuanto al conjunto de conocimientos, habilidades, y actitudes para el ingreso al programa educativo |
| A4. Establecer los requisitos de admisión T4.1 Establecer los requisitos de admisión para el programa educativo |

El propósito de la Fase 3 (ver Tabla III) es llevar a cabo la organización y el diseño de la estructura curricular del PE. En esta fase el comité de diseño describirá los nombres de las áreas, mapas y estructuras curriculares, definirá los requisitos de egreso y las estrategias de aprendizaje, entre otras tareas.

Tabla III. Fase 3. Organización y diseño de la estructura curricular

| |
|---|
| A1. Organizar y definir la estructura curricular del programa educativo T1.1 Describir la organización de la estructura curricular T1.2 Nombre y descripción general de las áreas curriculares T1.3 Mapa curricular <i>Forma 12. Mapa curricular</i> T1.4 Mapa de relación entre materias <i>Forma 13. Mapa de relación entre materias</i> T1.5 Estructura curricular <i>Forma 14. Estructura curricular</i> T1.6 Seriación T1.7 Requisitos de egreso <i>Forma 15. Requisitos de egreso</i> T1.8 Relación del perfil vs. materias <i>Forma 16. Relación del perfil vs. materias del programa educativo</i> T1.9 Materias optativas profesionalizantes <i>Forma 17. Materias optativas profesionalizantes</i> T1.10 Materias optativas libres T1.11 Materias que se vinculan con programas y líneas de investigación T1.12 Materias integradoras T1.13 Estrategias de aprendizaje T1.14 Clasificación de materias de acuerdo al lugar en donde se imparten <i>Forma 18. Clasificación de materias de acuerdo al lugar donde se imparten</i> T1.15 Programas institucionales T1.16 Descripción general de cada materia <i>Forma 19. Descripción general de las materias</i> T1.17 Requisitos de titulación T1.18 Bibliografía de consulta |
|---|

Como se muestra en la Figura 3, las actividades y tareas de los cuadrantes uno, dos y cuatro son utilizadas durante el flujo de trabajo que el comité de diseño seguirá de acuerdo al modelo educativo institucional (objetivos, competencias, entre otros), las tablas IV, V y VI describen sus actividades y tareas respectivamente. A continuación se describen estos cuadrantes.

El propósito del Cuadrante 1 (Tabla IV), es identificar las posibles inconsistencias entre los requisitos o necesidades obtenidas y los planes y productos de trabajo del proyecto curricular.

Tabla IV. Cuadrante 1: Administración de requisitos

| |
|--|
| A1. Administrar los requerimientos o necesidades del programa educativo |
| T1.1 Obtener la comprensión de los requerimientos o necesidades para el programa educativo |
| T1.2 Obtener el compromiso sobre los requerimientos o necesidades |
| T1.3 Administrar los cambios de los requerimientos o necesidades |
| T1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos o necesidades |
| T1.5 Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto curricular y los requerimientos o necesidades |
| <i>La Forma 6. Administración de requisitos es utilizada para todas las tareas de este cuadrante</i> |

El propósito del Cuadrante 2 (Tabla V) es identificar los problemas potenciales tanto externos como internos antes de que ocurran, para que las actividades y tareas de tratamiento puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo del proyecto curricular y mitigar los impactos adversos y alcanzar los objetivos en el diseño del PE.

Tabla V. Cuadrante 2: Administración de amenazas y debilidades

| |
|---|
| A1. Preparar la administración de amenazas y debilidades |
| T1.1 Determinar las fuentes y las categorías de amenazas y debilidades |
| T1.2 Definir los parámetros de las amenazas y debilidades |
| T1.3 Establecer una estrategia de administración de amenazas y debilidades |
| <i>La Forma 8. Administración de amenazas y debilidades es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |
| A2. Identificar y analizar las amenazas y debilidades |
| T2.1 Identificar amenazas y debilidades |
| T2.2 Evaluar, categorizar y priorizar las amenazas y debilidades |
| <i>La Forma 9. Administración de amenazas y debilidades es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |
| A3. Mitigar las amenazas y debilidades |
| T3.1 Desarrollar los planes de mitigación de amenazas y debilidades |
| T3.2 Implementar los planes de mitigación de amenazas y debilidades |
| <i>La Forma 10. Administración de amenazas y debilidades es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |

El propósito del Cuadrante 4 (Tabla VI) es establecer y mantener planes que definan las actividades y tareas que se llevarán a cabo durante el proyecto curricular.

Tabla VI. Cuadrante 4: Planeación

| |
|---|
| A1. Establecer las estimaciones para el proyecto curricular |
| T1.1 Estimar el alcance del proyecto curricular |
| T1.2 Establecer las estimaciones de los atributos del producto de trabajo y de las actividades y tareas |
| T1.3 Determinar las estimaciones de esfuerzo y coste |
| <i>La Forma 2. Planeación es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |
| A2. Desarrollar un plan para el proyecto curricular |
| T2.1 Establecer el presupuesto y el calendario para el desarrollo del proyecto curricular |
| T2.2 Identificar las amenazas y debilidades del proyecto curricular |
| T2.3 Planificar la administración de los datos del proyecto curricular |
| T2.4 Planificar los recursos del proyecto curricular |
| T2.5 Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias para el desarrollo del proyecto curricular |
| T2.6 Planificar el involucramiento de las partes interesadas |
| T2.7 Establecer el plan del proyecto curricular |
| <i>La Forma 3. Planeación es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |
| A3. Obtener el compromiso con el plan del proyecto curricular |
| T3.1 Revisar los planes que afectan al proyecto curricular |
| T3.2 Reconciliar los niveles de trabajo y los recursos |
| T3.3 Obtener el compromiso con el plan |
| <i>La Forma 4. Planeación es utilizada para todas las tareas de esta actividad</i> |

5. Caso de estudio: aplicación del modelo al Programa Educativo ICI de la UAA

Aplicar el modelo presentado en este trabajo de investigación de tal forma que pueda ser creado un Programa Educativo (PE) desde el inicio del proceso hasta obtener el producto final, llevaría un tiempo considerable, de tal manera que como una alternativa a la problemática de tiempo, el modelo fue aplicado al PE vigente de Ingeniería en Computación Inteligente (ICI) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), y se validó a través del *Instrumento de Validez de Contenido por Panel de Expertos* propuesto en (Mora, 2004), instrumento utilizado para validar estudios basados en el método de investigación conceptual.

5.1 Fundamentos para la aplicación del modelo al PE ICI de la UAA

La Figura 4 muestra el proceso que se siguió en la aplicación del modelo al PE ICI de la UAA, donde la entrada del proceso es un PE existente (ICI) y la salida es un documento (matriz de datos, Tabla VII) que muestra las diferencias y similitudes del proceso aplicado en la creación del PE original, contra el proceso sugerido por el modelo propuesto.

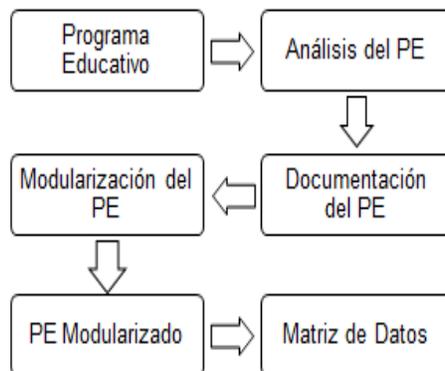


Figura 4. Proceso para la implementación del modelo al PE ICI de la UAA

Los elementos de este proceso son:

Programa Educativo (PE). En este punto se selecciona el PE a comparar, en este caso Ingeniería en Computación Inteligente (ICI).

Análisis del PE. El objetivo de esta etapa es obtener información a partir de la documentación accesible del PE, con el fin de determinar de que esta hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue diseñado.

Documentación del PE. Su objetivo es recuperar y documentar la información mediante la aplicación de las actividades y tareas del modelo propuesto.

Modularización del PE. En este paso se agrupan las partes relacionadas del PE y se elimina la redundancia.

Programa Educativo Modularizado. Documento que contiene las partes, secciones o módulos del PE bajo análisis.

Matriz de Datos. Se muestran las diferencias y similitudes del proceso (actividades, tareas y formas) bajo el cual fue diseñado el PE originalmente contra el proceso propuesto por el modelo.

5.2 Aplicación del modelo al PE ICI de la UAA

Como parte de la implementación del modelo al PE ICI se realizaron entrevistas abiertas y grupos de trabajo con el personal del Departamento de Diseño Curricular y con los miembros del comité para el desarrollo del PE quienes pertenecen al Departamento de Ciencias de la Computación, ambos de la UAA.

Como resultado del trabajo realizado con los miembros de los departamentos antes mencionados y la implementación del modelo propuesto se obtuvo una matriz de datos (Tabla VII, *sólo se muestran algunos elementos*),⁹ en la cual pueden observarse las Actividades y Tareas Realizadas, Parcialmente realizadas y No realizadas con la metodología de diseño curricular utilizada por el comité para la creación de PE contra las actividades y tareas propuestas por el modelo.

⁹ La matriz de datos completa puede ser consultada en <http://www.usableinteraccion.mx/ModeloGestionCurricular/MatrizDeDatos/>

Tabla VII. Matriz de datos, aplicación del modelo PE ICI de la UAA

| Fase | Actividad | Tarea | Forma | Producto | Ubicación en PE ICI | Estado |
|------|--|--|--------------------------|---|------------------------------------|------------------------|
| F1 | A1. Creación del comité de diseño | T1.1 Organización del comité de diseño | Forma: 1 | 1. Documento que contenga los miembros del comité de diseño | Portada | Realizada |
| F1 | | T1.2 Diseño del plan de trabajo | Formas: 2,3,4,5 | 1. Documento que describa los requerimientos del PE | Coordinador del comité | Parcialmente realizada |
| F1 | Actividades de final de fase | Tareas de los cuadrantes dos y cuatro | Formas: 2,3,4,5, 8, 9,10 | Correspondientes a los productos de los cuadrantes dos y cuatro | Coordinador del comité | No realizada |
| F2 | A1. Formulación del objetivo | T1.1 Descripción del objetivo del PE | No es necesario | 1. Descripción del objetivo del PE | Página 53 del documento del PE ICI | Realizada |
| F2 | A4. Requisitos de admisión | T4.1 Establecimiento de los requisitos de admisión | No es necesario | 1. Documento que contenga el conjunto de requerimientos institucionales para el ingreso a l PE | Página 60 | Parcialmente realizada |
| F2 | Actividades de final de fase | Tareas de los cuadrantes dos y cuatro | Formas: 2,3,4,5, 8, 9,10 | Correspondientes a los productos de los cuadrantes dos y cuatro | Coordinador del comité | No realizada |
| F3 | A1. Organización y estructura curricular | T1.1 Descripción de la organización curricular | No es necesario | 1. Documento que contenga las áreas curriculares, los créditos y el número de semestres del PE que se propone | Página 60 | Realizada |
| F3 | | T1.10 Materias optativas libres | No es necesario | 1. Descripción de las materias optativas libres a selección en el PE | No es necesario | No realizada |
| F3 | Actividades de final de fase | Tareas de los cuadrantes dos y cuatro | Formas: 2,3,4,5, 8, 9,10 | correspondientes a los productos de los cuadrantes dos y cuatro | Coordinador del comité | No realizada |

La matriz de datos contiene los siguientes campos:

Fase. Indica la fase del modelo.

Actividad. Muestra las actividades de cada una de las fases del modelo identificadas por la letra A y el número de la actividad correspondiente. La opción *Actividades de Final de Fase* corresponde a la aplicación de las actividades de los cuadrantes dos y cuatro.

Tarea. Se muestran todas las tareas correspondientes a cada una de las actividades del modelo, identificadas por la letra T y el número de la tarea correspondiente. La opción *Tareas de los cuadrantes dos y cuatro*, corresponden al conjunto de tareas de dichos cuadrantes.

Forma. En esta columna se identifican las formas o plantillas de trabajo que pueden ser utilizadas

como apoyo para el diseño del PE, se identifican con la palabra *Forma* y el número correspondiente. La opción *No es Necesario* se utiliza cuando el producto de trabajo corresponde con una sección de texto escrita directamente en el documento principal.

Producto. Es el conjunto de documentos que deberán ser elaborados tras la aplicación de las actividades y tareas del modelo. La opción *Correspondientes a los productos de los cuadrantes dos y cuatro*, se refiere a la aplicación de las formas de dichos cuadrantes.

Ubicación en PE ICI. Se refiere a la ubicación que tiene el producto de trabajo en el PE ICI de la UAA, o en poder de quien está el documento. La opción *Coordinador del Comité* se refiere a que el documento se encuentra en poder (*aunque no necesariamente, ya que algunos no se documentaron*) del coordinador del comité de diseño.

Estado: se refiere a la situación de la tarea respecto a los estados siguientes:

- Realizada. Significa que la tarea cumple con el proceso del modelo.
- Parcialmente Realizada. Significa que se realizaron solo algunas actividades o tareas respecto al conjunto de tareas del proceso de acuerdo con el modelo.
- No Realizada. Significa que la tarea o el conjunto de tareas no fueron realizadas respecto al conjunto de tareas del proceso de acuerdo con el modelo.

5.3 Instrumento de validación

La validación de modelos es un aspecto clave para la investigación, sin embargo la literatura reporta que no existen acuerdos generales sobre lo que constituye un modelo validado (Déry, Landry y Banville, 1993). Existen varias alternativas para validar modelos que van desde análisis empíricos e.g. (Mora, 2004) hasta aquellos que analizan las relaciones y dependencias entre variables con un enfoque más científico, por ejemplo el SEM (Structural Equations Modeling) (Byrne, 2013).

Con base en lo anterior, para validar la propuesta presentada se utilizó el método de estudios conceptuales propuesto en (Mora, 2004), el cual enfatiza que la validez de un modelo satisface tres criterios: 1) basado en teorías y principios probados; 2) coherente y congruente con su contexto de aplicación; y 3) no duplica modelos existentes. Asimismo, se utilizó el procedimiento de *validez de contenido por panel de expertos* (grado de consenso entre expertos tras el análisis de un modelo conceptual). Para llevar a cabo esta evaluación se utilizó un instrumento de tipo encuesta estructurado como una escala de Likert de 5 ítems (ver Figura 5), validado mediante el Alfa de Crombach obteniendo una fiabilidad del 97%.

| INSTRUMENTO PARA ESTABLECER VALIDEZ DE CONTENIDO DE UN MODELO CONCEPTUAL ("Face Validity") | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|-----------------------|
| Por favor marque únicamente un número entre 1 y 5, según sea su agrado de acuerdo con cada uno de los estatutos etiquetados desde P.1 a P.8 que son presentados a continuación: | | | | | | |
| P.1 El modelo conceptual está soportado por sólidos principios teóricos. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.2 Los principios teóricos usados para desarrollar el modelo conceptual son relevantes al tópico en cuestión. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.3 La literatura revisada para desarrollar el modelo conceptual no presenta omisiones importantes al tópico. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.4 El modelo conceptual es lógicamente coherente. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.5 El modelo conceptual es adecuado con el propósito para el cual fue diseñado. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.6 El modelo conceptual resultante es congruente con el paradigma de investigación subyacente utilizado (Positivista, Interpretativo y/o Crítico). | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.7 El modelo conceptual aporta algo nuevo al conocimiento de tal tópico y no es una duplicación de un modelo ya existente. | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |
| P.8 El estilo de presentación del modelo conceptual es adecuado para un reporte | | | | | | |
| Totalmente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente de acuerdo |

Figura 5. Instrumento para establecer validez de contenido por panel de expertos del modelo conceptual, cortesía (Mora, 2004)

En este caso, los expertos en la disciplina de Diseño y Desarrollo Curricular son los miembros del Departamento de Desarrollo Curricular de la UAA y los expertos en la disciplina de la Ingeniería de Software son los miembros del Departamento de Ciencias de la Computación que fueron parte del comité de diseño para la construcción de Programa Educativo de *Ingeniería en Computación Inteligente*.

Como se mencionó al inicio de la sección, se realizaron entrevistas con cada uno de los miembros del comité de diseño del proyecto curricular, a quienes se les mostró y explicó el modelo así como los resultados obtenidos (matriz de datos, Tabla VII) después de la comparación de actividades y tareas entre el modelo propuesto y la documentación y el análisis elaborado al PEICI de la UAA; en la siguiente sección se muestran algunos comentarios emanados de dichas entrevistas.

5.4 Resultados de la validación de contenido por panel de expertos

La propuesta fue revisada desde dos perspectivas –diseño curricular y ciencias de la computación, a continuación se muestran dos de los comentarios más significativos recabados de la aplicación de entrevistas individuales con los miembros de los departamentos antes mencionados.

Es un modelo innovador que apoyará de manera importante los trabajos de diseño y rediseño curricular al sistematizar los procesos y detectar aspectos de riesgo que permita contar con programas educativos de calidad. (Personal del departamento de diseño curricular).

El modelo que se propone incluye un grupo robusto de formatos para auxiliar a los comités de diseño en la realización de su trabajo de manera planeada y ordenada, además de que agrega el aspecto sobre administración de amenazas y debilidades (...). (Personal del departamento de ciencias de la computación).

Cabe mencionar que se obtuvieron comentarios similares a los mencionados anteriormente los cuales fueron reportados en una bitácora y reflejaron que la gran mayoría de los participantes percibieron de manera positiva la propuesta.

VI. Conclusiones

El modelo propuesto se estructuró mediante la conjunción de tres áreas de proceso del Modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) y las técnicas metodológicas del Diseño Curricular. La integración de enfoques se realizó mediante el modelo en espiral de Boehm generándose con ello un modelo de proceso estructurado de manera sencilla y ordenada especificando claramente las actividades y tareas necesarias para la generación de Programas Educativos, adicionalmente, se desarrollaron una serie de artefactos como asistencia en la implementación del modelo, los cuales son guías para las entradas y salidas de cada una de las actividades y tareas del modelo.

La versión beta del modelo se aplicó sobre un Programa Educativo real y los resultados arrojados fueron evaluados por un panel de expertos quienes se expresaron positivamente del modelo propuesto (ver sección anterior). Esto permitió visualizar que el modelo de procesos propuesto puede representar una alternativa interesante para el diseño de programas educativos, destacando aspectos como la facilidad para realizar la documentación, la planeación y la previsión de riesgos, así como su innovación al incorporar técnicas de otras áreas del conocimiento (Ingeniería de Software) al diseño curricular, integrando estructura y flexibilidad. A través del caso de estudio se observó que el modelo facilita la documentación de las actividades y tareas así como su planeación en las diferentes fases, además fomenta la previsión y administración de riesgos, ya que está basado en el modelo CMMI probado y ampliamente utilizado en la Ingeniería de Software.

Tal como se menciona en el apartado 5.3 no existe una forma consensada que justifique la validez de un modelo, sin embargo, se considera como trabajo futuro el análisis a partir de uno o más métodos adicionales e.g. (SEM) y comparar la percepción favorable de los expertos obtenida a partir del estudio empírico realizado. Otros aspectos que se pretenden atender incluyen la automatización de la propuesta con el fin de crear un software que generalice la aplicación del modelo permitiendo a los equipos de trabajo de diseño curricular administrar, coordinar y evaluar los procesos de creación de Programas Educativos de sus instituciones.

A través del uso del modelo se pretende contribuir en la mejora de los procesos de diseño de nuevos planes y programas de estudio en las IES y Centros de Investigación en todas las áreas de conocimiento.

Referencias

Arnaz, J. A. (1981). *La planeación curricular*. México: Trillas.

Ávila, M. E. y Rodríguez, M. (2009). *Metodología para el diseño curricular de nuevos programas educativos*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

Boehm, B. W., (1998). A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, 21(5), 61-72.

Byrne, B. (2013). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, Applications, and Programming*. EUA: Routledge.

Casarini, M. (1999). *Teoría y diseño curricular*. México: Trillas.

Corvalán, O., Tardif, J., Montero P., Goudreau J., Lachiver G., Méndez M., et al. (2013). *Metodologías para la innovación curricular universitaria basada en el desarrollo de competencias*. México: ANUIES.

Déry, R., Landry M. y Banville C. (1993). Revisiting the issue of model validation in OR: An epistemological view. *European Journal of Operational Research*, 66(2), 168-183.

Departamento de Diseño Curricular (DDC-UAA). (2008). *Lineamientos generales para el diseño de planes de estudio*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Díaz Barriga, F., Lule, M. L., Pacheco, D., Rojas, S. y Saad Dayan, E. (1984). Metodología de diseño curricular para la enseñanza superior. *Perfiles Educativos*, VII(26), 30-40.

Díaz Barriga, F., Lule, M. L., Pacheco, D., Saad Dayan, E. y Rojas, S. (1990). *Metodología de diseño curricular para Educación Superior*. Mexico: Trillas.

Díaz Barriga, F. (2005). Desarrollo del currículo e innovación: Modelos e Investigación. *Perfiles Educativos*, XXVIII(107), 57-84.

Díaz Barriga, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37-57.

Fillooy, E. (1995). Diseño y desarrollo curricular para la enseñanza de las Matemáticas. *Perfiles Educativos*, 68, 26-28.

Gil Rivera, M. C. (2004). Modelo de diseño instruccional para programas educativos a distancia. *Perfiles Educativos*, XXVI(104), 93-114.

Jonnaert, P. (2011). Currículum, entre modèle rationnel et irrationalité des sociétés. *Revue Internationale d'éducation de Sevres*, 56, 135-145. Recuperado de <http://ries.revues.org/1073?lang=en>

Lunenburg, F. (2011). Theorizing about curriculum: conceptions and definitions. *International Journal of Scholarly Academic Intellectual Diversity*, 13(1).

Mora Tavares, M. (2004). *Método de investigación conceptual*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Oktaba, H. e Ibarguengoitia, G. (1998). Software process modeled with objetcs. *Computación y Sistemas*, 1(4), 228-238.

Pansza, M. (1987). Notas sobre planes de estudio y relaciones disciplinares en el currículo. *Perfiles Educativos*, 36, 16-34.

Rangel, H. (2015). Una mirada internacional de la construcción curricular. Por un currículo vivo, democrático y deliverativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(1), 1-16. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/index.php/redie/article/view/380/1004>

Rincón Puón, M. (2009). El perfil docente ante la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Educación. *Revista E-Formadores*. Recuperado de http://red.ilce.edu.mx/sitios/revista/e_formadores_oto_09/articulos/Maribel_Rincon.pdf

Secretaría de Economía (2008). *Programa de Desarrollo del Sector de Servicios de Tecnologías de Información. PROSOFT 2.0*. México. Recuperado de <http://www.prosoft.economia.gob.mx/doc/prosoft20.pdf>

Software Engineering Instituto/Carnegie Mellon (2006). *CMMI® for Development, Version 1.2*. Recuperado de <http://cmmiinstitute.com> y <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr008.pdf>

Vincent, S. y Focht, W. (2011). Interdisciplinary environmental education: elements of field identity and curriculum design. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 1, 14-35.

Vélez, G. y Terán Delgado, L. (2010). Modelos para el diseño curricular. *Pampedia*, 6, 55-65.