



INGENIERÍA DE SOFTWARE COMO APOYO A LA EVALUACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO EN LÍNEA (CASO UPIICSA-IPN, MÉXICO)

Eje temático 5- Recursos para el aprendizaje y la
investigación de calidad.

M. en C. Miguel Ángel Torres Durán
matorresd@ipn.mx , matdmx@yahoo.com.mx

Ing. Mario Sesma Martínez
masesma@hotmail.com

Ing. Mario Oviedo Galdeano
mog974@yahoo.com.mx

UPIICSA-IPN, México

1. Resumen
2. Introducción
3. Marco teórico
4. Aplicación al desarrollo de material didáctico en línea (Polilibros)
5. Conclusiones
6. Bibliografía

Palabras clave: evaluación, material didáctico, ingeniería de software, punto de función,
en línea, UPIICSA-IPN.

Resumen

En México, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) como la institución pública más importante del país en educación técnica, donde se encuentra en fase de implementación de un nuevo modelo educativo, da especial importancia al desarrollo de materiales en línea. y un ejemplo de ello son los denominados Polilibros, materiales en línea desarrollados con una metodología y estructura propias que han tenido una importancia especial, particularmente en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA), una de sus escuelas de educación superior.

La calidad (y cantidad) de materiales como estos Polilibros es una necesidad básica para la educación en línea, pero la medición de esta calidad frecuentemente se ve sujeta a la subjetividad de un equipo de trabajo encargado de cuantificarla, esto genera confusión e inconformidad de sus autores y hace muy lento el desarrollo de este tipo de material y su consecuente implementación en la web, sin embargo, es indispensable cubrir los estándares de calidad establecidos, tomando en cuenta que la calidad de estos materiales incide en la calidad de la educación de una manera más significativa que los materiales para la educación presencial tradicional.

Como una propuesta de solución a este problema, que no elimina la subjetividad pero la disminuye de manera importante y permite normalizar los criterios de evaluación, se plantea en esta ponencia el uso de Ingeniería de Software, específicamente un recurso denominado "puntos de función" para la medición de la funcionalidad del material en línea considerándolo como software.

Introducción.

En esta ponencia se presenta la posibilidad de utilizar la Ingeniería de Software para la evaluación de material didáctico en línea tomando como caso una escuela de educación superior del IPN de México. Para esto se hace necesario tomar estos materiales y en particular unos denominados Polilibros como si se tratase de software.

Cabe aclarar que la consideración de los materiales en línea como software se justifica desde dos puntos fundamentales: Primero por la utilización de herramientas y lenguajes de programación y diseño tales como el HyperText Markup Language (HTML), Macromedia Flash y Dream Weber, y segundo por la necesidad de interacción humano-computadora inherente al desarrollo de este tipo de materiales.

Para el planteamiento de esta propuesta se analiza primero la forma como actualmente se evalúa el material didáctico para cursos en línea en la UPIICSA según los criterios institucionales del IPN, luego se plantean los criterios que establece la ingeniería de software para la aplicación de las métricas denominadas Puntos de Función a la medición de la funcionalidad de los materiales en línea.

Las conclusiones que se asientan al final de esta ponencia quedan condicionadas a una validación posterior según las pruebas de campo que en la evaluación de los siguientes Polilibros puedan hacerse en la UPIICSA, pero en base a las pruebas de laboratorio realizadas con materiales que ya habían sido

previamente evaluados puede pensarse en una utilidad real, si bien con algunos ajustes posteriores, de las métricas objeto del presente tema.

Marco teórico

Las métricas denominadas “puntos de función” son un recurso de la Ingeniería de Software utilizado durante los últimos 30 años para la medición de software, especialmente sistemas administrativos. Fue definida por Allan Albrecht, de IBM, en 1979 [ALB79] y trata de medir la funcionalidad entregada al usuario independientemente de la tecnología utilizada para la construcción y explotación del software, y también ser útil en cualquiera de las fases de vida del software, desde el diseño inicial hasta la explotación y mantenimiento. Uno de los problemas que enfrentan las técnicas orientadas a la medición del software es que la “funcionalidad” no se puede medir directamente, se debe derivar indirectamente mediante otras medidas directas.

Tradicionalmente se ha medido el tamaño del software mediante distintas métricas: recuento de las líneas de código, número de programas fuente, o técnicas similares, que no resultan aceptables como una buena práctica profesional, porque:

- Su resultado depende fuertemente del entorno técnico y el lenguaje de programación utilizado
- Varía en función de la pericia de cada programador y del uso de normas y metodologías
- No resultan significativas al usuario ni a la dirección
- Los métodos modernos para el desarrollo de software ya no miden su tamaño ni su calidad en función de miles de líneas de código (KLC)

Al requerir cuantificar la productividad y calidad en la construcción de software, y sobre todo realizar estimaciones de coste y duración, es necesario disponer de una medida fiable y comprensible del tamaño de lo que se construye.

La organización ISO/IEC ha definido un estándar de Medida del Tamaño Funcional, titulado 'ISO/IEC 14143-1:1998'. Con base en este estándar se han declarado, como métodos estándares de recuento, los siguientes:

- ISO/IEC 20926:2003 IFPUG 4.1 Unadjusted functional size measurement method - Counting practices manual
- ISO/IEC 19761:2003 COSMIC-FFP - A Functional Size Measurement Method
- ISO/IEC 20968:2002 Mk II Function Point Analysis - Counting Practices Manual
- ISO/IEC 24570:2004 NESMA Guide to Using Function Point Analysis

Otra norma importante es la española UNE 71045-1:2000 equivalente a la ISO 14143.

Una ventaja de disponer de una medida del tamaño funcional del software es poder comparar el coste del desarrollo de aplicaciones (y otros parámetros de gestión) entre diferentes proyectos y organizaciones (Benchmarking). Para ello el "International Software Benchmarking Standards Group" (ISBSG) mantiene una base de datos de métricas y provee diferentes productos de tipo estadístico.

El "International Software Benchmarking Standards Group" mantiene una base de datos de métricas y provee diferentes productos de tipo estadístico. El ISBSG incluye en su base de datos mediciones realizadas con cualquiera de las cuatro metodologías arriba citadas, no obstante, la mayoría utiliza IFPUG-FPA [IFP03] y ISO/IEC TR 9126-4 [IFP04]. .

Estos datos y herramientas son una ayuda importante para la realización de una de las tareas más difíciles en la ingeniería del software, la estimación de tiempos, costes y uso de recursos en el desarrollo de sistemas administrativos, de aplicaciones informáticas y de software en general.

El coste de desarrollo de software por cada punto función varía dependiendo de la tecnología utilizada, el tamaño del proyecto, los requisitos de calidad exigidos y otros parámetros. La media general de los proyectos que han utilizado este tipo de métricas está en un intervalo normal del 95% de confianza en 11.35 horas-hombre por punto-función con una desviación estándar de 3.5 horas-hombre, esto es, menos de 20 horas-hombre por punto de función, si bien, esta aproximación es solo referencial y no puede asegurar su validez para cualquier proyecto.

Un modelo de uso de puntos de función lo proporciona Pressman [PRE02] tomando las siguientes bases:

Los puntos de función se calculan [IFP94] completando la tabla de la Figura 1.

Se determinan cinco características de dominios de información **y** se proporcionan las cuentas en la posición apropiada de la tabla. Los valores de los dominios de información se definen de la forma siguiente:

Número de entradas de usuario. Se cuenta cada entrada de usuario que proporciona diferentes datos orientados a la aplicación. Las entradas se deberían diferenciar de las peticiones, las cuales se cuentan de forma separada. .

Número de salidas de usuario. Se cuenta cada salida que proporciona al usuario información orientada a la aplicación. En este contexto la salida se refiere a informes, pantallas, mensajes de error, etc. Los elementos de datos particulares dentro de un informe no se cuentan de forma separada.

Número de peticiones de usuario. Una petición se define como una entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta del software inmediata en forma de salida interactiva. Se cuenta cada petición por separado.

Número de archivos. Se cuenta cada archivo maestro lógico (esto es, un grupo lógico de datos que puede ser una parte de una gran base de datos o un archivo independiente).

Número de interfaces externas. Se cuentan toda las interfaces legibles por la máquina (por ejemplo: archivos de datos de cinta o disco) que se utilizan para

transmitir información a otro sistema. Una vez que se han recopilado los datos anteriores, a la cuenta se asocia un valor de complejidad.

Las organizaciones que utilizan métodos de puntos de función desarrollan criterios para determinar si una entrada en particular es simple, media o compleja. No obstante la determinación de la complejidad es algo subjetiva.

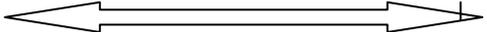
Parámetro de medición	Factor de ponderación				=	Cuenta
	Cuenta	Simple	Medio	Complejo		
Número de entradas de usuario.	<input type="text"/>	x 3	4	5	=	<input type="text"/>
Número de salidas de usuario.	<input type="text"/>	x 4	5	7	=	<input type="text"/>
Número de peticiones de usuario.	<input type="text"/>	x 3	4	6	=	<input type="text"/>
Número de archivos	<input type="text"/>	x 7	10	15	=	<input type="text"/>
Número de interfaces externas	<input type="text"/>	x 5	7	10	=	<input type="text"/>
Cuenta total						<input type="text"/>

Fig. 1 Cálculo de puntos de Función (Tabla)

Cálculo de puntos de función.

Para calcular puntos de función (PF), se utiliza la relación siguiente:

$$PF = \text{cuenta-total} \times 0,65 + [0,01 \times 6(F_i)]$$

en donde cuenta-total es la suma de todas las entradas PF obtenidas de la figura 1.

F_i ($i = 1$ a 14) son valores de ajuste de la complejidad

» según las respuestas a las siguientes preguntas [ART85] :

1. ¿Requiere el sistema copias de seguridad y de recuperación fiables?
2. ¿Se requiere comunicación de datos?
3. ¿Existen funciones de procesamiento distribuido?
4. ¿Es crítico el rendimiento?

5. ¿Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?
6. ¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?
7. ¿Requiere la entrada de datos interactiva que las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas u operaciones?
8. ¿Se actualizan los archivos maestros de forma interactiva?
9. ¿Son complejas las entradas, las salidas, los archivos o las peticiones?
10. ¿Es complejo el procesamiento interno?
11. ¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?
12. ¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación'?
13. ¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?
14. ¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario?

Cada una de las preguntas anteriores es respondida usando una escala con rangos desde 0 (no importante o aplicable) hasta 5 (absolutamente esencial). Los valores constantes de la ecuación PF y los factores de peso que se aplican a las cuentas de los dominios de información se determinan empíricamente.

Una vez que se han calculado los puntos de función, se utilizan como forma de normalizar las medidas de productividad, calidad y *otros* atributos del software.

Por otra parte, en México y en el mundo, las universidades se han avocado a poner sus programas de estudio en línea y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) no ha sido la excepción, junto con la implementación de un nuevo modelo educativo, ha iniciado desde hace poco más de 10 años la colocación en la web de algunos cursos de los programas de estudios que se imparten en sus 35 escuelas, 10 centros de educación continua y 19 centros de investigación. Para ello uno de los aspectos importantes que en este Instituto se ha tenido que atender es la disponibilidad de materiales para trabajo en línea. Un número importante de estos materiales se han desarrollado bajo una metodología y estructuras características con el nombre de Polilibros.

La evaluación de estos y otros materiales para cursos en ambientes virtuales ha sido una de las tareas básicas coordinadas por los responsables de implementar cursos en línea, que en el caso del IPN fue primero la Coordinación de Tecnología Educativa, después convertida en Dirección (DTE) y actualmente la Unidad Politécnica para la Educación Virtual (UPEV).

Dentro del Politécnico, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) adoptó la idea de Polilibros del Dr. Adolfo Guzmán Arenas, y la adecuó para que de cursos en la plataforma EVA se convirtieran en materiales didácticos de contexto y de acceso libres (independientes de cualquier plataforma y sin requerir identificación del usuario) y se ha avocado a la generación de este tipo de material en línea, bajo la coordinación institucional correspondiente, para las asignaturas de las carreras que se imparten en esta escuela y sometiendo los Polilibros elaborados por sus profesores a la evaluación de la UPEV.

Uno de los problemas a los que se enfrenta la UPIICSA y la UPEV al evaluar estos materiales es la falta de parámetros de evaluación independientes

de la subjetividad del evaluador, de manera que en este proceso se puedan utilizar estimadores precisos, exactos e insesgados.

En la presente ponencia se propone el uso de Puntos de Función como base para la evaluación de estos materiales con el propósito de disminuir los efectos de la subjetividad del evaluador en el resultado final.

Aplicación al desarrollo de material didáctico en línea (Polilibros)

Los materiales para la educación en línea, que en este trabajo se llama material didáctico en línea, no están catalogados meramente como software, probablemente debido a que su objetivo va más allá de la programación requerida, aunque su desarrollo y su uso necesariamente implican atención especial a la interacción computadora-ser humano y por lo tanto se hacen necesarias interfases tanto para el usuario como para el desarrollador (programador), exactamente de la misma manera que cualquier programa de cómputo.

Independientemente de que si estos materiales se pueden o no considerar software (lo cual nos parecería lo más adecuado), la evaluación de material educativo en línea es actualmente una actividad que varía mucho en cuanto a uso de normas y tecnología en el mundo, así organizaciones como la de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Cultura (OEI) promueven la educación a través de cursos en línea, con buenos materiales en línea y con temas que, entre muchos otros, tratan de la evaluación en línea, de la misma manera, otras instituciones y universidades del mundo establecen programas de educación a distancia mediante cursos a través de la web, los cuales invariablemente requieren materiales en línea.

Para preparar los formatos de Pressman [PRE03] y poder aplicarlos a los Polilibros, tenemos lo siguiente:

Adoptamos los valores intermedios para la cuenta de entradas, salidas, peticiones, archivos e interfaces a menos que exista una buena razón para tomar alguno de los valores extremos de esas cuentas.

Asimismo, utilizaremos la fórmula

$$PF = \text{cuenta-total} \times 0,65 + [0.01 \times 6(Fi)]$$

Donde el factor “cuenta total” lo obtenemos sumando los productos del número de los dominios de información por el correspondiente factor de ponderación según la tabla de la figura 1.

Así, por ejemplo, suponiendo que un Polilibro haya contabilizado lo siguiente:

Entradas: 15
Salidas: 20
Peticiones: 10
Archivos: 45
Interfaces: 12

Tendríamos una cuenta total según se puede observar en la figura 2:

Parámetro de medición	Cuenta		Factor de ponderación	
Número de entradas de usuario.	15	x	4	60
		=		
Número de salidas de usuario.	20	x	5	100
		=		
Número de peticiones de usuario.	10	x	4	40
		=		
Número de archivos	45	x	10	450
Número de interfaces externas	10	=		70
		x	7	
		=		
Cuenta total	←—————→			720

Fig. 2 Aplicación de puntos de función (ejemplo)

Y los valores de ajuste de la complejidad F_i se pueden obtener de acuerdo a las siguientes estimaciones calificadas en escala de 0 a 5 de acuerdo a la recomendación de Pressman.

Al llevarlos a la evaluación del Polilibro que se está ejemplificando, la escala que se utiliza para cada punto de evaluación, va desde 0 (cero) cuando el punto de evaluación no se encuentra en el Polilibro o se aleja totalmente del estándar, impidiendo un buen funcionamiento del material, hasta 5 (cinco) cuando el punto de evaluación satisface totalmente el estándar establecido.

El número de puntos de evaluación contenidos en cada uno de los 4 rubros para la evaluación de un Polilibro es de 7 puntos, pudiendo alcanzar hasta 35 puntos, excepto el rubro Aspectos Pedagógicos que sólo tiene 6 puntos, pudiendo alcanzar hasta 30 puntos, esto hace que un Polilibro pueda tener hasta 135 puntos con una evaluación de 100%, y para cada caso específico la suma de puntos obtenidos dividida entre 35 dará por resultado la calificación del Polilibro en cuestión.

Rubro1. Aspectos Pedagógicos

1.1. Encuadre del curso completo.

1.2. Contenido

- Manejo de Objetivos:
- Organización de Contenido:
- Desarrollo del Tema:
- Uso de Recursos:
 - Imágenes
 - Videos
 - Presentaciones interactivas
- Actividades de Aprendizaje:
 - Cuestionarios
 - Ejercicios
 - Juegos
 - Visitas
 - Entrevistas

1.3. Evaluación. .Autoevaluaciones del estudiante, preferentemente interactivas.

Rubro 2. Aspectos Editoriales

2.1. Corrección de estilo:

- Ortografía: Aspectos tipográficos
 - Signos ortográficos
- Puntuación:
 - Acento
 - Punto
 - Coma
 - Punto y coma
 - Dos puntos
 - Puntos suspensivos
 - Paréntesis
 - Corchetes
 - Signos de interrogación
 - Signos de admiración
 - Apóstrofo

- Redacción:
 - Claridad expositiva
 - Objetividad
 - Estructura
 - Estilo
 - Edición
 - Diseño Instruccional.-
- 2.2. Criterios editoriales:

- Jerarquización de la Información:
- Uso adecuado de mayúsculas:
- Uso adecuado de cursivas y negritas: Las negritas se utilizan en títulos y subtítulos, de acuerdo al siguiente esquema:

<p>TÍTULO PRINCIPAL (de artículo o capítulo)</p> <p>SUBTÍTULO 1</p> <p>Subtítulo 2</p> <p><i>Subtítulo 3</i></p>

- Referencias bibliográficas, hemerográficas, sitios web:;

Rubro 3. Aspectos Técnicos

Interfase:

- Claridad de los mensajes
- Que sea amigable
- Que sea homogénea

Navegación:

Aspectos que definen una adecuada navegabilidad:

- Es sencilla e intuitiva
- Cuenta con mapas de navegación
- Cuenta con ligas a Internet
- Cuenta con barra de navegación
- Cuenta con vínculos suficientes y adecuados al tema
- Cuenta con vínculos actualizados a sitios de interés
- Cuenta con hipertextos

- Interactividad:
 - El estudiante tiene control sobre el material
 - Cuenta con un apartado de ayuda
 - Son claras las instrucciones de uso

El Polilibro cuenta con interactividad a través de:

- Mouse
- Teclado
- Audio
- Video
- Pantalla

En algunos casos es necesario bajar programas para su uso.

- Interacción: Interacción y colaboración con otros usuarios mediante el uso de la computadora.

El Polilibro deberá contar con:

- Interacción sincrónica (como el Chat).
- Interacción asincrónica (como el foro y el correo).
- Con Telé conferencia
- Con videoconferencia o teleconferencia
- Con mensajero instantáneo
- Diseño General

Características del diseño general del polilibro:

- Existe armonía entre textos, imágenes y colores
- Se cuenta con colores adecuados en combinación e intensidad.
- Se cuenta con contrastes adecuados
- Es apropiado el tamaño y estilo de la fuente
- Encabezados y títulos adecuados
- Son claros los iconos
- La iconografía es estandarizada
 - Los textos son breves pero contienen la sustancia del conocimiento que el autor desea transmitir.
- Se identifica para qué sirve cada icono
- Se revisa ortografía y errores de dedo.
- Se incluye un glosario de términos.
- Se unifica el diseño de las ventanas en que se cargan las páginas de

ejemplo y autoevaluación, dándoles el mismo tamaño, borde, etc.

- Animación, audio, video y otros recursos visuales (multimedios): .

Los Polilibros contienen los siguientes Multimedia:

- Imágenes y fotografías fijas y animadas.
- Audio
- Video
- Animaciones
- Imágenes 3D

Programación:

- Requerimientos de hardware (minimos):

Rubro 4. Diseño Gráfico

- Organización: Una adecuada distribución de la información es muy importante para tener un sitio eficiente
- Claridad: El mostrar la información de una manera organizada, con una tipografía cómoda para la lectura, con un buen contraste de colores dará mucha claridad al sitio.
- Tipos de fuente: Las principales características que deberíamos tener en cuenta a la hora de elegir una fuente son:
 - Que se ajusten al carácter del sitio.
 - Facilidad de lectura en la pantalla del ordenador.
 - Estén disponibles en diversos navegadores y sistemas operativos.

Como un estándar para los Polilibros el tipo de fuente se ha seleccionado de la siguiente manera:

- Títulos: Arial de 14 puntos en negrita
- Subtítulos: Arial de 12 puntos en negrita
- Texto: Arial de 12 puntos pudiéndose combinar negritas con no negritas, subrayado, numeración, viñetas y otros tipos con la base Arial 12.
 - Colores y contrastes: Cuando dos colores diferentes entran en contraste directo, el contraste intensifica las diferencias entre ambos. El contraste aumenta cuanto mayor sea el grado de diferencia y mayor sea el grado de contacto, llegando a su máximo contraste cuando un color está rodeado por otro.

Existen diferentes tipos de contrastes:

- Contraste de luminosidad

- Contraste de valor
 - Contraste de saturación
 - Contraste de temperatura
 - Contraste de complementarios
 - Contraste simultáneo
4. Fondos: Se recomienda que los fondos hagan contraste con el texto y que sean claros, esto hace más cómoda la lectura.
 5. Uso de metáforas: Aplicar metáforas en el diseño de interfaz de un producto ayuda al usuario a establecer unas expectativas acerca de su utilidad y funcionamiento.

Similitudes con otros mecanismos y procesos conocidos por el usuario que aplica lo que ya conoce a los elementos y relaciones dentro de un dominio no familiar como puede ser una aplicación web o multimedia.

El ejemplo más tradicional: el escritorio con sus iconos representando carpetas y documentos.

Tipos de metáforas:

- 6.1. Metáforas organizacionales: Se fundamentan en la estructura existente de un grupo, sistema u organización.
- 6.2. Metáforas funcionales: Se apoyan en tareas o funciones que el usuario puede realizar en su vida cotidiana.
- 6.3. Metáforas visuales: Se basan en elementos gráficos familiares para la mayoría de la gente.

Rubro 5. Líneas de Acción del Modelo Educativo y Académico

El modelo educativo que se está implementando en el Instituto Politécnico Nacional es un modelo centrado en el estudiante, que le permite la movilidad entre planes de estudio de esta institución y otras nacionales e internacionales, y que busca la autosustentabilidad.

La contribución que el Polilibro pueda hacer a la viabilidad de un modelo como el que se trata de establecer en el IPN y su compatibilidad con los objetivos que se persiguen con este modelo mejoran la calidad de este tipo de materiales y necesariamente se ven reflejados en los criterios de evaluación.

- Atención a la demanda.- El Polilibro deberá ayudar al estudiante a satisfacer sus necesidades de atención por parte de los profesores y autoridades académicas del Instituto. Por los profesores en la aclaración de dudas y en la facilitación del aprendizaje y por las autoridades con la guía y orientación académica posible.
- Innovación y calidad en la formación.- El Polilibro deberá ser un material que utilice los recursos y la tecnología para introducir nuevas formas de aprendizaje en el estudiante. La innovación debe caracterizar el formato,

funcionalidad y estructura del Polilibro de manera que la formación que el estudiante pueda recibir de sus profesores, su familia y su entorno se vea facilitada por el uso de este recurso de aprendizaje.

- Responsabilidad y relación con el entorno.- El estudiante debe relacionarse con otros estudiantes y profesores en la medida de lo necesario para asumir una corresponsabilidad en su aprendizaje y en la realización del proceso educativo. Por tanto, el Polilibro deberá de incluir espacios de trabajo colaborativo que permita desarrollar actividades y trabajo de equipo en su comunidad educativa.
- Conocimiento para el desarrollo del país.- El estudiante debe desarrollar una conciencia suficientemente amplia de las necesidades de su comunidad, de su región y de su país. El Polilibro debe ayudar a que el estudiante esté consciente de que el conocimiento adquirido deberá ayudar a resolver problemas prioritarios en su entorno mediante los recursos de interacción con la comunidad y accediendo a información referente a prioridades nacionales.
- Atención a la comunidad.- Además de contribuir al mantenimiento de la conciencia de necesidades y problemas de atención prioritaria en el país, el Polilibro también debe ayudar a la comunidad satisfaciendo sus necesidades de información y conocimiento, así como retroalimentar al estudiante acerca de lo que la comunidad está pidiendo y sus posibles soluciones.
- Nueva gestión institucional.- Mas allá de ser un material de apoyo a los estudiantes y profesores en sus actividades escolares y la en adquisición de conocimientos, el Polilibro debe ser una nueva forma de facilitar el aprendizaje autónomo acorde con los objetivos del nuevo modelo educativo que se está manejando en el Instituto. Asimismo debe diseñarse de manera tal que, aún siendo sólo material didáctico se acople fácilmente a cualquier curso que bajo este nuevo modelo se imparta en cualquiera de de las Escuelas del Instituto, de tal forma que la administración del curso y del material se adapten fácilmente a la nueva forma de trabajo educativo en el IPN.

De manera que si el Polilibro obtiene un total de F_i de 135 puntos de calificación (máximo puntaje si todos los puntos de evaluación o de ajuste se calificasen con 5), el total de sus Puntos de Función sería de:

$$PF = \text{cuenta-total} \times 0,65 + [0.01 \times 6(F_i)]$$

$$PF = 720 \times 0.65 + [0.01 \times (6 \times 135)]$$

$$PF = 720 \times 0.65 + (0.01 \times 910)]$$

$$PF = 465 + 9.1 = \mathbf{55.6}$$

Esto significaría un esfuerzo máximo de 1112 horas-hombre, con un nivel de confianza del 95% para la realización del Polilibro en este ejemplo, y las

medidas de calidad y productividad se pueden obtener como las de cualquier software tradicional, sustituyendo los PF en lugar de las KLC que anteriormente se han utilizado en la evaluación de software, pero el efecto de la subjetividad en la evaluación se ve disminuido ya que la calificación del Polilibro no es solamente los 135 puntos asignados por el evaluador sino este factor cuenta de manera importante pero se pondera por los otros factores en la fórmula de PF.

Desde luego, este valor de PF puede variar para el mismo material dependiendo de las constantes de la fórmula, las cuales a su vez pueden adoptarse por recomendación de una comisión escolar o institucional y quedar fijas e independientes del criterio de quien evaluará el material.

5. Conclusiones

1. Las métricas de Puntos de Función son aplicables a la evaluación de material didáctico en línea (Polilibros) Una premisa para la aplicación de Puntos de Función en la evaluación de este tipo de materiales es la posibilidad de considerarlos como software o como un símil de software.
2. Según las estimaciones de PF, un buen Polilibro, acorde con los criterios de evaluación vigentes, no debe requerir más de 1200 horas hombre para su desarrollo completo.
3. Al aplicar las métricas de Punto de Función, la subjetividad en la evaluación de Polilibros y otros materiales en línea no desaparece, sin embargo el procedimiento tiende a la estandarización.
4. Los criterios que se han utilizado para ilustrar la aplicación de puntos de función en este trabajo han sido tomados de la obra de Roger S. Pressman [PRE02] y únicamente son válidos para el enfoque que este autor presenta.

6. Referencias bibliográficas

[ALB79] Albrecht, A. J., “*Measuring Application Development Productivity*”, *Proc. IBA4 Application Development Symposium*, Monterey, CA, Octubre 1979

[IFP03] IFPUG: “*Counting Practices Manual*”, Release 4.2 International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, junio 2003.

[IFP04] ISO/IEC TR 9126-4:” *Software Engineering –Product Quality –“ Part 4: Quality in Use Metrics*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2004.

[PRE02] Roger S. Pressman, “*Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*”, 5ª edición, Mc. Graw Hill, Madrid, España, 2002

[ART85] Arthur, L. J., “*Measuring Programmer Productivity and Software Quality*”, Wiley-Interscience, 1985.

CURRÍCULUM VITAE

Miguel Ángel Torres Durán

Lugar y fecha de Nacimiento: Culiacán, Sin., marzo 3 de 1949

Máximo grado de estudios: Maestro en Ciencias de la Administración por el Instituto Politécnico Nacional, 2001. Actualmente doctorando en el Instituto de Enlaces Educativos.

- En 1972 ingresa como profesor de Matemáticas de tiempo parcial a la Escuela Superior de Comercio y Administración (**ESCA**), del **IPN**
- Desde 1973 ingresa como profesor en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias sociales y Administrativas **UPIICSA-IPN**.
- Fue Socio Fundador de la empresa “Informática, Ingeniería y Administración, S.A.” (**IIASA**), iniciando operaciones en 1975 y permaneciendo hasta 1999.
- En 1985 crea la empresa “Reingeniería y Sistemas Inteligentes, S. A. de C. V.” (**REYSISA**), adoptando el cargo de Director Comercial.
- En 1987 se incorpora como profesor de tiempo completo a las Academias de Computación e Informática en la **UPIICSA-IPN**. Dedicando parte importante de su tiempo a la investigación.
- En 1998 crea en la **UPIICSA** el Centro de Asesoría y Servicios Empresariales para Conversión Informática al año 2000 (**CASECI2000**), apoyando a múltiples empresas y organizaciones en la preparación de sus sistemas informáticos frente a la llegada del nuevo milenio.
- En 2000 participa desde el **CASECI2000** como coordinador y como instructor en el Diplomado en Informática Administrativa registrado en la Dirección de Estudios Profesionales en Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas con el número D 57/98.
- En 2002 el **CASECI2000** se convierte en Centro de Apoyo y Servicios Educativos en Computación e Informática (**CASECI**) dedicado al desarrollo de proyectos de Informática, al desarrollo e impartición de diplomados y cursos para profesores, y a la elaboración de materiales educativos para cursos en línea (**POLILIBROS**), Centro que se mantiene activo, desarrollando estas actividades a la fecha.