

# La Calidad en Uso: Factor Fundamental en la Evaluación de Proyectos para la Formación Ingenieril de Líderes de Proyectos

L.S.Vargas Pérez<sup>1</sup>, C.E.Uc Ríos<sup>2</sup>, A.F.Gutiérrez Tornés<sup>3</sup>, A.M.Soto Hernández<sup>4</sup>, E.M.Felipe Riverón<sup>5</sup>, J. Peralta Escobar<sup>6</sup>, V.A.Vargas Pérez<sup>7</sup>

<sup>1, 4, 6</sup> Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Universidad Internacional Iberoamericana UNINI y de la UACampeche, México

<sup>3</sup> Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Guerrero y del ITESM CCM, México

<sup>5</sup> Profesor Investigador del Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México

<sup>7</sup> Investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas Facultad de Ingeniería UAT FI DEPI, México

[laura.silvia.vargas@gmail.com](mailto:laura.silvia.vargas@gmail.com), [carlos.uc@unini.edu.mx](mailto:carlos.uc@unini.edu.mx), [afgutierrez@uagro.mx](mailto:afgutierrez@uagro.mx), [edgardo@cic.ipn.mx](mailto:edgardo@cic.ipn.mx), [sotohana@gmail.com](mailto:sotohana@gmail.com), [jperalta3008@gmail.com](mailto:jperalta3008@gmail.com), [vanessa.atenea@gmail.com](mailto:vanessa.atenea@gmail.com)

**Resumen.** *En el mundo globalizado se requiere contar con ingenieros líderes de proyectos, que puedan realizar labores de evaluadores de proyectos con éxito. El sistema propuesto permite hacer un análisis comparativo de los diferentes proyectos participantes en eventos de invención, innovación y creatividad, basados en sus características de calidad en uso, funcionalidad y usabilidad, mediante un plan de métricas externas y de calidad en uso. El modelo está basado en normas internacionales (ISO/IEC 9126, 14598, IEEE 1061) y modelos mexicanos (MECHDAV), y software propuesto, es desarrollado en un ambiente visual WEB, para dispositivos móviles (tabletas), permiten evaluar genéricamente la calidad de los proyectos-productos-servicios que participan en los concursos mencionados; este sistema proporciona un soporte a las personas evaluadoras (jurados) para emitir dictámenes imparciales con mayor precisión cuantitativa. Este sistema está dirigido a organizaciones, empresas y usuarios finales que necesiten seleccionar, fácilmente, los proyectos desarrollados con más calidad, para ser los ganadores en estos concursos. Se proporciona una guía para la instrumentación concreta de la evaluación, así como sus rangos, la presentación, procedimientos y documentación.*

**Palabras clave:** *modelo de calidad, evaluación técnica de proyectos-productos; concurso de creatividad, calidad en uso, métricas externas.*

**Abstract.** *In the globalized world, it requires the participation of leading project engineers, who can perform successful project evaluators' work. The proposed system allows to make a comparative analysis of the different projects participating in events of invention, innovation and creativity, based on their characteristics of quality in use, functionality and usability, through a plan of external metrics and quality in use. The model is based on international standards (ISO / IEC 9126, 14598, IEEE 1061) and Mexican models (MECHDAV), and the proposed software is developed in a visual WEB environment for mobile devices (tablets), allow to evaluate the quality generically Of the projects-products-services involved in the aforementioned competitions; This system provides support to evaluators (juries) to issue impartial opinions with greater quantitative accuracy. This system is aimed at organizations, companies and end users who need to easily select the projects developed with the highest quality, to be the winners in these competitions. A guide is*

*provided for the specific instrumentation of the evaluation, as well as its ranks, presentation, procedures and documentation.*

**Keywords:** *quality model, technical evaluation of project-products; Creativity contest, quality in use, external metrics.*

## I. INTRODUCCIÓN

En el entorno académico no es fácil enfrentarse a emitir un juicio sobre proyectos que pertenecen a disciplinas que no se dominan o a áreas que no corresponden con la formación profesional de un evaluador. En muchas ocasiones se tiene que tomar decisiones apresuradas y a la ligera para determinar la Calidad en Uso de un prototipo con base en criterios subjetivos, y que no permiten evaluar objetivamente los diferentes aspectos que lo conforman. Un análisis comparativo de varios prototipos y proyectos serviría para ayudar a decidir cuál se seleccionará como el mejor en cuanto a su Calidad en uso.

En la formación ingenieril no se cuenta con prácticas que se respalden con una metodología para evaluar de una manera genérica, la Calidad en Uso, de los prototipos que compiten en eventos académicos. Los evaluadores de proyectos, realizan su labor de una manera muy subjetiva, dirigidos por formatos muy simples, por lo cual su labor se torna deficiente.

Es necesario la implementación de indicadores estandarizados, junto con métricas específicas dentro de un marco metodológico para la evaluación de la Calidad en Uso de los proyectos que concursan en eventos académicas. Por lo que se requiere formar Ingenieros Evaluadores de Proyectos-Productos-Prototipos, en su Calidad en Uso.

Se requiere formar Ingenieros evaluadores de Proyectos-Productos-Prototipos, en su Calidad en Uso. Se propone una metodología propia (con modelos, procesos, técnicas y herramientas), en un entorno de cuatro niveles de calidad, para evaluar técnicamente los prototipos, emitiendo calificaciones y resultados, al generar cuadros comparativos, sobre el nivel de calidad alcanzado por los prototipos en

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.217>

ISBN: 978-0-9993443-0-9

ISSN: 2414-6390

15<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education", 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.

concursos académicos, mediante la implementación de un software, con un Plan de Métricas de Calidad, tanto externas, como de Calidad en Uso, que sirvan de apoyo a los evaluadores de proyectos, para que emitan un fallo más certero con menor subjetividad.

Se presenta el modelo, basado en las normas internacionales [IEEE610,1994] [2], [IEEE1061,1992][3], [ISO 9000-3,1991][4], [ISO/IEC9126, 1997][5], [ISO/IEC 14598,1998][6], [ISO 9001,1994][7], Proyecto SQUARE [ISO 25000,2005][8], [SUMI, 2000][9], así como en otros modelos mexicanos (MACS [Gutierrez, 2002][10], MECHDAV [Vargas-Gutierrez, et al, 2004, 2005, 2006][12], MECRAD [Vargas, et al, 2008][17].

Un proyecto puede ser definido en término de sus características distintivas. Los proyectos son desarrollados en todos los niveles de la organización. Estos pueden involucrar a una sola persona o miles; su duración es finita.

Los proyectos pueden involucrar a una sola unidad de una empresa o a varias. Los proyectos son muchas veces componentes críticos de la estrategia de negocios de la organización que los desarrolla.

El fin es alcanzado cuando los objetivos del proyecto se logran, o cuando se hace claro que todos los objetivos no pueden lograrse y que el proyecto tiene que ser un negocio terminado. En cada caso, la duración del proyecto es finita; los proyectos no son esfuerzos sucesivos. Los proyectos involucran hacer algo que no se ha hecho antes, por lo tanto, son únicos. En estos casos, un análisis comparativo de varios productos y proyectos sirve para ayudar a decidir cuál se seleccionará como el mejor en cuanto a calidad en uso.

Debido a que el producto de cada proyecto es único, las características que distinguen el producto o servicio deben ser elaboradas progresivamente, lo cual quiere decir "Procedimientos en pasos; avance continuo por incrementos"; mientras que elaborados quiere decir "trabajado con cuidado al detalle; desarrollado enteramente" [1].

## II. ANTECEDENTES

Los primeros concursos acerca de proyectos han girado, en su mayoría, en torno a proyectos sobre "Experimentos y Aparatos", organizados año tras año, desde hace algunas décadas por diversos organismos académicos. Estos cumplen una función positiva al alentar a los concursantes a manifestar su capacidad e ingenio creativo mediante la presentación de proyectos sobre el diseño de experimentos, aparatos de exhibición o didácticos, etc. Además de inducir a los participantes a *investigar y aprender*, mediante la presentación de trabajos se alcanzan objetivos prácticos. Cabe entonces decir que resultan relevantes para nuestra sociedad donde hace falta motivar y estimular el potencial y la capacidad creativa de los profesionistas y estudiantes de todos los niveles.

Este tipo de eventos, por otro lado, sirve como punto de partida para fortalecer la labor de difusión, y llegar, en forma sencilla, al público, con el conocimiento que genera la ciencia; y es en consecuencia un elemento coadyuvante para hacer de ésta, parte de la cultura popular.

Para concursar, el concursante debe primero efectuar y tener en cuenta un estudio sistemático sobre la factibilidad de un determinado proyecto; y para ello deberá tener en consideración algunos aspectos que le serán de suma utilidad [13]:

### Criterios para la elaboración de proyectos

1. El proyecto debe ser realista ante todo,
2. Estimar las habilidades experimentales que se tienen en el campo seleccionado,
3. Conocer los principios básicos, involucrados en el proyecto,
4. El Tiempo estimado para la realización completa del proyecto,
5. La disponibilidad y empeño para trabajar en el proyecto,
6. Analizar si existe la posibilidad de contar con apoyo externo en la asesoría del proyecto,
7. Tener en cuenta el aspecto innovador, ya que la construcción de aparatos puede ser nueva en su diseño o por constituir una modificación de alguno ya existente,
8. Tomar medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes,
9. Elaboración minuciosa del protocolo del proyecto a desarrollar y
10. Estimación del costo aproximado del proyecto.

## III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Debido a la importancia de tener profesionistas de alto nivel, maestros, desarrolladores y personas capaces de brindar un beneficio científico técnico a la sociedad se crean eventos mediante las cuales se da impulso a la actividad creativa. Así es que aparecen los concursos de creatividad, donde se presentan y demuestran proyectos desarrollados por diferentes organizaciones y empresas. La siguiente descripción muestra como debe ser elaborado un proyecto de manera general [11]:

### 1. El problema

Lo primero que interesa es conocer lo que será investigado: ¿Por qué?, ¿para qué?, ¿cuál es el valor o la importancia del hecho o fenómeno a investigar? Además, si el problema a resolver tiene criterios de prioridad, novedad, oportunidad, conformismo o comportamiento. Este enunciado se subdivide en las siguientes partes:

- Título descriptivo del proyecto,
- Formulación del problema,
- Objetivos de la investigación,
- Justificación y
- Limitaciones

## 2. Marco de referencia.

Es importante distinguir en el proyecto la estrecha relación entre la teoría, el proceso de investigación y la realidad, es decir, se debe definir el entorno. La investigación puede iniciar una teoría nueva y señalar diferentes puntos de vista, paradigmas o hipótesis; reformar una existente o simplemente definir con más claridad, conceptos o variables ya existentes que causen algún tipo de discrepancia o errores en su aplicación. Dentro del marco de referencia se deben citar los siguientes puntos:

- Fundamentos teóricos,
- Antecedentes del problema,
- Elaboración de Hipótesis e
- Identificación de las variables.

## 3. Metodología.

La metodología a seguir no es necesariamente tan estricta o marcada y en algunos tipos de proyectos se dan pautas a seguir; por ejemplo en un proyecto orientado a la administración no necesariamente tendrá que seguir los mismos métodos o técnicas para su elaboración que un proyecto de carácter tecnológico. Dentro de la forma general de desarrollo de proyectos, en su parte metodológica se consideran los siguientes puntos:

- Diseño de técnicas de recolección de información,
- Población y muestra,
- Técnicas de análisis,
- Índice analítico tentativo del proyecto y
- Guía de trabajo de campo.

## 4. Aspectos administrativos.

Son de una mayor importancia en aquellos proyectos que necesitan obtener financiación, total o parcial de carácter político, económico o social. En este punto se describen aspectos como:

- Recursos humanos,
- Presupuesto y
- Cronograma.

## 5. Bibliografía.

Las referencias son importantes para consultar trabajos previos y crear el estado del arte en las áreas respectivas de cada proyecto, así como para conocer la procedencia de la información relevante de relacionada con éstos.

### Concursos de proyectos

En ellos puede participar cualquier persona que tenga una idea innovadora para convertirla en un proyecto de desarrollo. La idea deberá preferentemente estar sustentada o fundamentada tecnológicamente y puede ser fruto de la inventiva de una persona o de un grupo.

Debe existir un Comité Técnico, el cual se reserva el derecho de evaluar y admitir las ideas

presentadas y de no admitir las ideas que no están alineadas con los objetivos específicos y con el espíritu de la iniciativa del concurso en cuestión. La participación de un grupo o de alguno de los miembros y el número de ideas a presentar no tiene restricciones, es decir se pueden presentar varias ideas innovadoras por un mismo grupo o por algunos miembros del grupo [13,18].

### Políticas de concursos

Los proyectos pueden ser de varios tipos: de investigación científica, de desarrollo de tecnologías: nuevos productos, procesos o servicios, o de mejoramiento de los existentes, etc. Estos deben ser factibles de incorporarse al entorno productivo nacional o internacional y además deben cumplir con todos y cada uno de los requisitos que se indican a continuación[13, 18]:

- La obtención de nuevos productos, procesos y servicios, o mejoramiento de los existentes, considerando una transferencia tecnológica efectiva de los resultados, desde las instituciones que realizan la investigación y el desarrollo hacia los productores y comercializadores.
  - Las entidades que realizan actividades de investigación y desarrollo en el país, con empresas y otras entidades nacionales o extranjeras, productoras y comercializadoras de productos, procesos y servicios, deben contribuir a elevar el conocimiento y el nivel de los recursos humanos y de infraestructura con que cuenta el país, en el área de la ciencia y la tecnología.
  - Un mayor conocimiento y mejor infraestructura científica y tecnológica y que esto se traduzca en negocios tecnológicos que beneficien a las instituciones proponentes y en negocios productivos que aumenten la competitividad de las empresas y generen beneficios económicos y sociales significativos para el país.
  - La investigación y desarrollo debe permitir la obtención de innovaciones, que generen negocios tecnológicos y productivos que produzcan beneficios económicos y sociales significativos para el país. Sus resultados y las innovaciones esperadas deben tener un impacto ambiental positivo o neutro.
  - Las innovaciones resultantes deben contribuir a solucionar problemas o carencias internas y/o satisfacer o crear mercados internos o externos, y deben diferenciarse claramente de opciones alternativas que ya pudieran existir en el mercado nacional e internacional o que sean de conocimiento público, que estarán disponibles en el mediano plazo.
- Especialmente, se evaluará y calificará el proyecto en cuanto a [18]:
- La generación de nuevos conocimientos científicos.
  - La generación de tecnologías nuevas y/o mejoradas y sus usos potenciales (patentes, paquetes tecnológicos).

- La generación de nuevas líneas de investigación y desarrollo.
- La realización de actividades del proyecto por profesionales que realizan estudios de doctorado, post-doctorado y maestrías, preferentemente en las instalaciones de las empresas participantes.
- La calidad de las hipótesis científicas y de las hipótesis tecnológicas, metodologías, resultados y su coherencia.
- La calidad y rigurosidad de la formulación del proyecto: sus fundamentos, el análisis del estado del arte nacional e internacional relacionado con el conocimiento científico, con la tecnología y con las innovaciones, búsqueda de patentes que demuestre la inexistencia de productos, procesos o servicios competidores, análisis de opciones alternativas a la(s) innovación(es) y ventajas competitivas de ésta(s) en relación con las opciones alternativas, análisis de proyectos afines presentados y/o aprobados con aporte de fondos públicos.
- El nivel de caracterización de la(s) innovación(es) y su nivel de desarrollo.
- La calidad del análisis de las regulaciones aplicables, nacionales, extranjeras o internacionales que se relacionan con el proyecto.

#### **Concurso nacional de prototipos en la actualidad**

La exposición en concursos de proyectos de carácter tecnológico, científico y de prototipos técnicos tiene su auge a partir de la década de los noventa. Los concursos de creatividad son de mucha importancia tanto para las instituciones que optan por un galardón, como para empresas importantes y empresarios que van en busca de ideas nuevas y de servicios que brinden valores agregados a su gestión productiva [18].

#### **Estado del arte**

Se realizó una investigación exhaustiva acerca de la posibilidad de la existencia de sistemas (software) para la evaluación de proyectos en cuanto a calidad se refiere, enfocando este tema importante en los concursos de calidad, tales como los concursos de creatividad o donde se evalúa un proyecto para fines tecnológicos, científicos, sociales, culturales, ambientales, para ser aprobados por y para la sociedad.

La investigación arrojó algunos resultados ya que el tema existe pero los inicios están débilmente fundamentados y con otro enfoque; por ejemplo, existen maestrías especializadas en el campo de la evaluación de proyectos con calidad, que permiten determinar la magnitud de los resultados de las evaluaciones, los cuales son un elemento fundamental de los análisis costo-beneficio y costo-efectividad, ampliamente utilizados en evaluación de proyectos [11]. No se encontraron cursos que preparan y certifican jurados para evaluar proyectos que participan en concursos de creatividad, para encaminar los beneficios mencionados, y preparar mejor a las

personas como evaluadores de la calidad de los proyectos.

Por ahora no se localizó algún software que está dedicado, exclusivamente, a la evaluación de la calidad en uso de los proyectos. Solo existen algunos software que están dedicados a la evaluación de los proyectos. Entre otros están: **EvalAs** [15] (Software para Evaluación de Proyectos de Inversión Productivos), el objetivo de este software es determinar, en el mejor de los casos, la factibilidad financiera; también puede utilizarse para determinar rentabilidad de proyectos de producción industriales, forestales y agropecuarios. **Intecplan** [14], el cual solo realiza la evaluación de Proyectos de inversión, ambas referencias tienen un enfoque totalmente diferente al propósito de evaluar proyectos con el fin de obtener una puntuación para determinar los mejores de su tipo en concursos de creatividad.

**SEPI** [15] sistema evaluador de proyectos de inversión el SEPI fue presentado en la conferencia para ingeniería y tecnología de Latinoamérica y el Caribe (*LACCEI'2010*)\* celebrada en la ciudad de Arequipa, Perú [16]. El S.E.P.I. permite registrar unidades de negocios y asociarles proyectos de inversión. Cada proyecto de inversión podrá a su vez registrar los insumos necesarios para poder medir y estimar el grado en que se alcanzarán los objetivos económicos planteados dentro de la realización del proyecto, ejecutando proyecciones de rentabilidad que servirán de base para determinar la viabilidad económica del proyecto.

El único antecedente como herramienta computacional encontrada, son los artículos presentados, el cual mostró un protocolo de inicio de esta investigación. [18].

#### **Descripción del proyecto**

Con la finalidad de evaluar proyectos-productos participantes en concursos de creatividad, innovación e invención, se requiere la aplicación de un plan de métricas dentro del marco de una metodología y un modelo de evaluación técnica de la calidad de productos de software para ambientes visuales, MECHDAV, del cual se deriva esta propuesta para evaluar productos y proyectos participantes en los concursos mencionados, dentro un software en un ambiente visual.

Este programa de métricas se reflejará en un nuevo modelo, con su metodología y un software de evaluación, PROYEVA -Metodología y Modelo de Evaluación Técnica de la Calidad de Proyectos participantes en concursos de creatividad, el cual podrá orientar los resultados de las evaluaciones obtenidas sobre la calidad en uso de un proyecto, y proponer acciones de mejora del proceso; además, permitirá controlar el proceso establecido, para el aseguramiento de la calidad de la evaluación de estos proyectos para apoyo de los jurados en los concursos de creatividad, innovación e invención [18,19,21].

## ***Métricas orientadas a la calidad de productos y proyectos***

Es importante que las medidas de los proyectos (productos) puedan ser hechas de una manera fácil y económica, y que el resultado de la medición pueda ser interpretado de la misma manera. La forma en la cual las características de calidad han sido definidas no permite que sean medidas directamente, por lo que se requiere establecer métricas que correlacionan estas características en un producto (proyecto). Cada atributo interno y externo cuantificable interactúa con su ambiente y se correlaciona con una característica que puede ser establecida como una métrica. La base sobre la cual las métricas son seleccionadas dependerá de las prioridades del producto-proyecto y las necesidades del evaluador.

Se examina un conjunto de métricas de productos que puede aplicarse a la valoración cuantitativa de la calidad de proyectos. En todos los casos, las métricas representan medidas indirectas, y realmente nunca se mide la calidad, sino alguna manifestación de ella. El factor que lo complica es la relación exacta entre la variable que se mide y la calidad del producto, la cual se puede medir con base en la clasificación de métricas de la calidad en uso. La Calidad en uso es el punto de vista del usuario de la calidad de un sistema (proyecto o producto) y es medida en términos del resultado del uso de éste, antes de las propiedades del producto mismo; es el efecto combinado de las características de calidad del producto para el usuario.

### **IV. METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de la metodología se cuenta con las siguientes fases:

#### ***Análisis de requerimientos***

De acuerdo con los datos recabados por los usuarios potenciales de los productos, diferentes personas que han participado, tanto como jurado como competidores en concursos de proyectos de creatividad, han proporcionado parte de los requerimientos, los cuales al ser analizados, depurados y sintetizados, proporcionan los componentes y parámetros del sistema a implementar.

#### ***Proceso de evaluación aplicado***

Para evaluar la calidad de un producto, los resultados de la evaluación de las diferentes características necesitan ser resumidas. El evaluador debe preparar un procedimiento para esto, el cual separa criterios para diferentes características de calidad, cada una de las cuales puede estar en términos de subcaracterísticas individuales, o inclinarse a la combinación de ellas. El procedimiento incluye otros aspectos tales como:

**Especificación de la evaluación.** En esta parte se especifica el alcance de la medición, esto es, las

características y subcaracterísticas establecidas en el modelo de calidad propuesto, y que determinan el punto de partida para la selección de atributos y métricas propuestos para la evaluación.

**Métricas para la evaluación.** Están agrupadas según la subcaracterística y atributo que le corresponde, y servirán para llevar a cabo la evaluación.

**Tipos de medición.** Se usan para comparar la calidad en uso de los diversos productos-proyectos a evaluar. Son representados por variables discretas de evaluación de dos tipos: variables discretas binarias de evaluación elemental y variables discretas de evaluación multinivel.

**Rango de niveles para las métricas.** La escala numérica para calificar cada una de las métricas es la Tabla 1. [17,18, 19, 20, 21].

Tabla 1. Rangos de niveles de métricas

VALOR	% CUMPLIMIENTO	SIGNIFICADO / INTERPRETACIÓN	RANGO
1.0	90 - 100	Excelente / Siempre	A
0.8	70 - 89	Satisfactorio / Casi siempre	B
0.6	50 - 69	Aceptable / Regularmente	C
0.4	30 - 49	Deficiente / En ocasiones	D
0.0	0 - 29	Inaceptable / Nunca o raras veces	E

Plasmar los resultados de la evaluación de la calidad del productos-proyectos, tanto parciales como totales, no es tarea fácil, por lo que se deben elegir formatos simples y comprensibles para conseguir una valoración rápida y confiable de la calidad de las diferentes representaciones de los proyectos; por lo que se han elegido formatos tales como listas de comprobación (checklist), y tablas simples de relación. En la Figura 1 se muestra el Modelo completo, compactado en sus 42 combinaciones, agrupadas dentro de cuatro niveles de calidad: Característica-Factor/ Subfactor / /Atributo/ Métrica, que se utiliza para el nivel académico de licenciatura y postgrado.

Cada componente de los requerimientos del modelo y metodología empleados son divididos en subcomponentes y parámetros, los cuales son representados por una métrica, de acuerdo a la aplicación del modelo de evaluación, al que hace referencia para realizar este proceso. Para calcular las métricas de cada componente y subcomponente mencionado, se aplican cada una de las fórmulas, con sus respectivos parámetros que se describen a continuación:

1° Se identifica el área en la que se puede ubicar el proyecto a evaluar, de cuatro posibles, que corresponde aquella con la que más se relaciona el proyecto. Los proyectos participantes en concursos de creatividad se pueden clasificar en: I.- Científica – Tecnológica. II. - Salud y Medio Ambiente III.- Socioeconómico, Administrativo y Educativo. IV.- Artesanal y Cultural.

2° Una vez elegida el área de ubicación del proyecto, se plantea un procedimiento general sugerido por el modelo propuesto.) por 10 características (factores), 26 subcaracterísticas (subfactores), 42 atributos-métricas, el cual está totalmente representado por el tipo I., después (algunas métricas menos) por el tipo II, el III, y por último el IV, al cual le hacen falta varios elementos componentes del modelo (subfactores y atributos-métricas).

Característica / Factor	Subcaracterística / Subfactor	Atributo / Atributo	Métrica / Métrica
1.1.1.1	F1 / Proyecto 1	Científico-tecnológico	A
1.1.1.2	F1 / Proyecto 2	Salud y Medio Ambiente	B
1.1.1.3	F1 / Proyecto 3	Educativo-Socioeconómico	C
1.1.1.4	F1 / Proyecto 4	Cultural-Artesanal	D
2.1.1.1	F2 / Identificación	Definición problema	A1
2.1.2.1	F2 / Identificación	Hipótesis	A2
2.2.1.1	F2 / Objetivos	General	B1
2.2.2.1	F2 / Objetivos	Específicos	B2
2.3.1.1	F2 / Alcances	Técnicos	C1
2.3.2.1	F2 / Alcances	Socioeconómicos	C2
2.4.1.1	F2 / Limitaciones	Técnicos	D1
2.4.2.1	F2 / Limitaciones	socioeconómicos	D2
3.1.1.1	F3 / Originalidad	Invencción	A
3.2.1.1	F3 / Originalidad	Innovación	B
3.3.1.1	F3 / Originalidad	Creatividad	C
4.1.1.1	F4 / Factibilidad	Financiera	A
4.1.2.1	F4 / Factibilidad	Técnica	B
5.1.1.1	F5 / Justificación	Técnica	A
5.1.2.1	F5 / Justificación	Socioeconómica	B
6.1.1.1	F6 / Formalidad	Nivel	A
6.1.2.1	F6 / Formalidad	Grado complejidad	B
6.1.3.1	F6 / Formalidad	Modelo Matemático	C
6.1.4.1	F6 / Formalidad	Modelo Gráfico	D
7.1.1.1	F7 / Registros	Patente	A
7.1.2.1	F7 / Registros	Indautor	B
7.1.3.1	F7 / Registros	Modelo de utilidad	C
7.1.4.1	F7 / Registros	Diseño industrial	D
7.1.5.1	F7 / Registros	Trazado Circuitos Integra.	E
7.1.6.1	F7 / Registros	Marca	F
8.1.1.1	F8 / Nivel	Cobertura	A
8.1.2.1	F8 / Nivel	Exposición	B
8.1.3.1	F8 / Nivel	Concurso	C
8.1.4.1	F8 / Nivel	Foro	D
9.1.1.1	F9 / Producto	Terminado	A
9.2.1.1	F9 / Informe	Completo	B
9.2.2.1	F9 / Informe	Prototipo	C
9.2.3.1	F9 / Informe	Manuales	D
9.2.4.1	F9 / Informe	Maquetas	E
10.1.1.1	F10/ Presentación	Dominio de Tema	A
10.1.2.1	F10/ Presentación	Diapositivas	B
10.1.3.1	F10/ Presentación	Video	C
10.1.4.1	F10/ Presentación	Animación	D

Figura 1. Modelo Propuesto.

3° A cada categoría o tipo de proyecto se le asigna un puntaje, de acuerdo al porcentaje de cumplimiento del modelo propuesto, para cada una de las combinaciones que le corresponde: factores/subfactores/atributos/métricas, según el tipo

del proyecto. El primer puntaje asignado es la primera métrica que se calcula, la cual se da como sigue para cada uno de los tipos : I=1.0, II= 0.9, III= 0.8, IV= 0.7.

En la Figura 2 se muestra un subconjunto del modelo propuesto, se refiere al tipo de proyecto salud y medio ambiente, utilizado para evaluar proyectos del nivel primaria y muestra las métricas que intervienen en este nivel y en esa categoría.

En la Figura 3, la muestra de la documentación de una de las 42 combinaciones mencionadas.

Característica / Factor	Subcaracterística / Subfactor	Atributo / Atributo	Métrica / Métrica
1.2.1.1	F1 / Proyecto 2	Salud y Medio Ambiente	B
1.3.1.1	F1 / Proyecto 3	Educativo-Social	C
1.4.1.1	F1 / Proyecto 4	Cultural-Artesanal	D
2.1.1.1	F2 / Identificación	Definición problema	A
2.2.1.1	F2 / Objetivos	General	B
2.3.1.1	F2 / Alcances	técnicos	C
2.4.1.1	F2 / Limitaciones	socioeconómicos	D
3.1.1.1	F3 / Originalidad	Invencción	A
3.2.1.1	F3 / Originalidad	Innovación	B
3.3.1.1	F3 / Originalidad	Otros	C
4.1.1.1	F4 / Factibilidad	Socioeconómica	A
5.1.1.1	F5 / Justificación	Técnica	A
7.1.1.1	F7 / Registros	Patente	A
7.1.2.1	F7 / Registros	Indautor	B
7.1.6.1	F7 / Registros	Marca	F
8.1.1.1	F8 / Nivel	Cobertura	A
8.1.2.1	F8 / Nivel	Exposición	B
8.1.3.1	F8 / Nivel	Concurso	C
9.1.1.1	F9 / Producto	Terminado	A
9.2.1.1	F9 / Informe	Completo	B
9.2.4.1	F9 / Informe	Maquetas	E
10.1.1.1	F10/ Presentación	Tema	A
10.1.3.1	F10/ Presentación	Video	C

Figura 2. Subconjunto del Modelo Propuesto Utilizado en concursos a nivel primaria

### Métricas propuestas para este modelo

Para obtener la calificación final para un proyecto concursante de cualquier categoría, por cada jurado, El modelo calcula las métricas (ecuaciones) de cada uno de los puntos especificados, según sea el tipo de proyecto a que corresponda: el valor asignado en cada evaluación, se combina con los restantes de cada fracción del factor evaluado, acumulando los valores parciales, con lo que se calcula el resultado de cada uno de los 10 factores. Por último, se aplica una ecuación, que representa la evaluación de todos los factores, para obtener el dictamen otorgado por un jurado, para el proyecto concursante.

El marcador final de un proyecto será la combinación de los dictámenes otorgados por todos los jurados que intervienen.

**Característica: Factor 9 (F9)** Documentación presentada.  
**Subcaracterística: Subfactor 9.2** Informe.  
**Atributo: 9.2.2** Prototipo.  
**Métrica: 9.2.2.1** Prototipo final completo  
**Objetivo:** Determinar el nivel de la completitud del prototipo final requerido por el usuario del producto del proyecto.  
**Método:** Analizar cada parte del prototipo para determinar la completitud que debe contener que debe de contener para que el prototipo final se considere completo.  
**Fórmula:**  $X=C$   
**Medidas:**  $C=$  Nivel de completitud del prototipo final  
**Evaluación:**  $E(x)= \{ (0,0), (0,4,40), (0,6, 60), (0,8,80), (1,100) \}$   
**Interpretación:** Nivel de completitud del total de las partes del prototipo final  $0 \leq X \leq 1$ ; lo más cercano a 1 es lo mejor.  
**Fuente de referencia:** MECHDAV.

**Fórmula para calcular el puntaje de la característica total Factor 9 (F9)**  
 $(A,B)= \{ (0,4, 40), (0,8, 80), (1,100) \}, \quad D= \{ (0,0), (1,100) \}$

**Fórmula:**  $\bar{X} = A * [ C+D ] * B$

**Figura 3.** Documentación de una de las 42 métricas utilizadas dentro del modelo propuesto.

### Reporte final de evaluación

Cuando se obtienen los valores respectivos de la evaluación del proyecto elegido, así como su porcentaje de cumplimiento de calidad, se genera el reporte final de la evaluación, donde se dan resultados definitivos y el porcentaje de cumplimiento. Se proporciona un esquema donde se muestran cuáles son los puntos, tanto donde el producto-proyecto resalta en calidad como en los que no la alcanza. En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se muestran las principales pantallas que describe el funcionamiento del sistema.



**Figura 4.** Pantalla de Bienvenida e Inicio al sistema PROYEVA [18]

También se dictamina qué nivel de calidad logra de acuerdo a los puntos tratados, y, si se requiere, se

recomiendan algunas modificaciones para que sea aceptado este proyecto-producto como proyecto de calidad, o si debe ser modificado y mejorado definitivamente.



**Figura 5.** Vista de evaluación con los puntos a evaluar del rubro Planteamiento del Problema [18].



**Figura 6.** Vista de resultados de búsqueda de concursos y/o proyectos

## V. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El proyecto se encuentra terminado en su primera fase, que cubre el modelo completo y su metodología para la evaluación técnica de la calidad de los proyectos participantes en concursos de creatividad mediante la aplicación de métricas de calidad en uso (PROYEVA). También se desarrolló el primer prototipo del software, que es la herramienta propuesta para que un jurado evalúe eficientemente la

calidad en uso de los proyectos participantes en un determinado concurso de creatividad e innovación, contando con cuatro registros de propiedad intelectual. actualmente se están haciendo las pruebas del segundo prototipo de software PROJEVA con nuevos registros ó patentes de software.



**Figura 7.** Vista de resultados de evaluación de un proyecto [19].

El software permitirá dar una evaluación técnica muy genérica, con base en la calidad en uso, la creatividad y la aplicación del proyecto. La evaluación se avoca a aspectos muy generales, por lo que se podrá emitir un dictamen de cualquier proyecto y de cualquier nivel, con el fin de dar un fallo confiable como jurado de concursos de creatividad, innovación e invención. Se proporcionan formatos complementarios de evaluación manual para estos concursos, para diversos jurados, para diversas aplicaciones (niveles académicos: primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura y postgrado, y en cada uno de estos niveles, introducir una categoría artesanal).

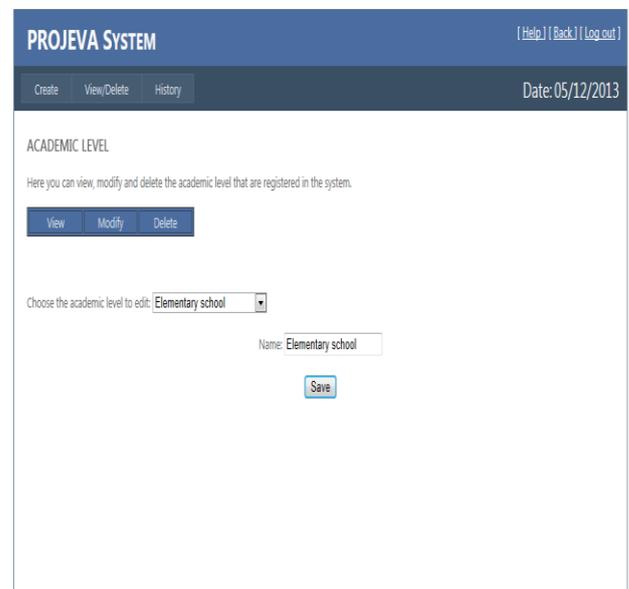
Estos formatos de evaluación manual, sirven para la evaluación tradicional de cada proyecto, en cada una de las etapas. Al terminar de evaluar cada proyecto, se puede capturar cada punto en el sistema integral propuesto, para que los resultados se den automáticamente, de una manera rápida y fácilmente, vitando los conocidos contratiempos y las deliberaciones acostumbradas.

Se propone este prototipo, para los concursos de creatividad que se efectúan en: el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, para los concursos estatales organizados por las diferentes universidades, para los concursos nacionales organizados por el Instituto Nacional de las Mujeres, Concursos

Nacionales de Vinculación y Exposiciones de Proyectos de ANUIES, Concursos Nacionales de Tesis, del INJUVE, entre otros. Se cuenta con la versión inglesa PROJEVA, para los eventos internacionales de innovación en el extranjero (Figuras 8, 9, 10 y 11). [18, 19, 21].



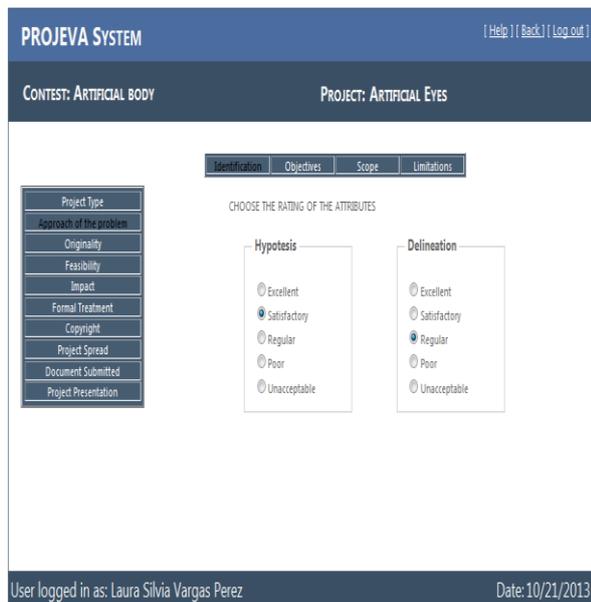
**Figura 8.** Ingreso de datos del evaluador, para el inicio de sesión del jurado, en PROJEVA para concursos en el extranjero (versión inglesa).



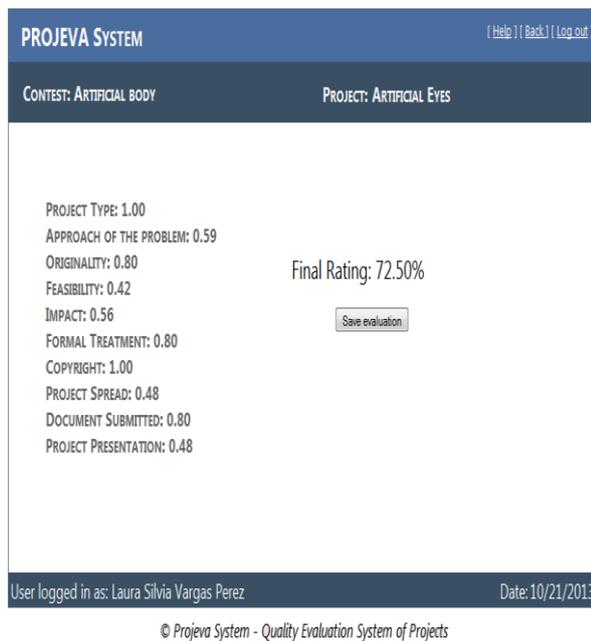
**Figura 9.** Pantalla de Elección del nivel académico del proyecto a evaluar, en PROJEVA para concursos en el extranjero (versión inglesa).

Se proporcionan formatos complementarios de evaluación manual para estos concursos, para diversos jurados, para diversas aplicaciones (niveles

académicos: primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura y postgrado, y en cada uno de estos niveles, introducir una categoría artesanal).



**Figura 10.** Pantalla de Inicio de rubros de evaluación de PROJEVA para concursos en el extranjero (versión inglesa).



**Figura 11.** Vista de resultados de la evaluación de proyectos con PROJEVA para concursos en el extranjero (versión inglesa).

El modelo se puede adaptar para los nuevos concursos de proyectos-productos-servicios que están surgiendo en las diferentes dependencias

gubernamentales y estatales, entre otros concursos, como son los concursos de proyectos de las jornadas técnicas de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México, sección Tamaulipas, y cualquier concurso entre proyectos organizado por empresas privadas.

Como producto terminado de software) se puede instalar en un ambiente multiusuario, en un ambiente WEB (arquitectura cliente servidor), con tecnología móvil.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a nuestras instituciones por los apoyos proporcionados para la realización de estos trabajos: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Universidad Internacional Iberoamericana, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Guerrero, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional y a la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pressman, R.. Ingeniería de Software. Un enfoque práctico, Mc.Graw Hill /Interamericana de España, S.A.U. Séptima Edición (2010).
- [2] IEEE Software Engineering Standards Collection, 1994. Standard Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE, Std. 610.12-190 (1994).
- [3] IEEE Std 1061, "IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology", IEEE Computer Society Press.1992.
- [4]ISO 9000-3, 1991. ISO/IS 9000-3, 1990, "Quality Management and Quality Assurance"..1990.
- [5] ISO/IEC 9126, Software Product Evaluation; Parte 1: Quality, Characteristics and Guidelines for their Use; Parte 2: Métricas externas para una validación de la calidad de software; Parte 3: Métricas internas para una validación de la calidad de software. 1997.
- [6] ISO/IEC 14598. Information Technology, Software Product Evaluation. (Part 1,2,3,4,5). 1998.
- [7] ISO 9001: 1994, "Model for Quality Assurance in design, development, production, installation and servicing". 1994.
- [8] ISO/IEC JTC C1/SC7 N2246. Plan y configuración de los requerimientos de calidad de software y evaluación. SQUARE2000. Mayo 2000. REPLACED by ISO/IEC 25000: 2005 Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuARE).
- [9] SUMI: Software Usability Measurement Inventory. Human Factors Research Group, Ireland. European Directive on Minimum Health and Safety Requirements for Work with Display Screen Equipment (90/270/EEC). 2000
- [10] Metodología para el Aseguramiento de la Calidad del Software; Agustín Francisco Gutiérrez Tornés;

Libro 03-1999-0/291158/2900-01; 200 páginas; Editorial CIC ; 2002; México D.F.; México. 2002.

[11] Sitio principal de investigación y desarrollo de proyectos. Revista Espacios Vol.15(1)1994. José Luis Solleiro. Evaluación de proyectos de investigación y desarrollo ¿alguna solución a este viejo problema?<http://www.revistaespacios.com/a94v15n01/70941501.html>

[12] Vargas Pérez Laura Silvia, Gutiérrez Tornés Agustín Francisco. “MECHDAV: propuesta de un modelo sistematizado de evaluación técnica de la calidad del uso de las herramientas RAD para ambientes visuales” Revista de Procesos y Métricas. Editorial AEMES [Asociación Española de Métricas de Software], ISSN: 1698-2029. Volumen 3 Número 1. [2006]. Madrid, España.

[13] Vargas Pérez Laura Silvia, Peralta Escobar Jorge “Software para la evaluación de la calidad en uso de proyectos mediante un plan de métricas externas de calidad”. III Congreso Internacional Multidisciplinario de Investigación. Facultad de Comercio y Administración de Tampico Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamps, México. Noviembre 2006. ISBN: 968-9031-15-5.

[14] Inteligencia Tecnológica en Software S. de R. L. Mi., “Introducción a los Proyectos de Inversión”. Intecplan® v1.0. 2004-2008. [www.intecplan.com.mx](http://www.intecplan.com.mx).

[15] Software para Evaluación de Proyectos de Inversión Productivos. Copyright 2000-2006 - Todos los derechos reservados Registro de la Propiedad Intelectual N° 506866.

2000-2006 [evalas@elsitioagricola.com](mailto:evalas@elsitioagricola.com)

[16] Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2010) “Innovation and Development for the Americas” (S.E.P.I.), June 1-4, 2010, Arequipa, Perú.

[17] Vargas Pérez Laura Silvia, Gutiérrez Tornés Agustín Francisco, Felipe Riverón Edgardo Manuel. “MECRAD: Model and Tool for the Technical Quality Evaluation of Software Products in Visual Environment”. ICCGI-5.2 4<sup>th</sup> International Conference on Wireless and Mobile Communications (ICWMC 2008) and 3rd International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (ICCGI 2008). July 2008. Product Number E3275. BMS Part Number CFP0840B-CDR. ISBN 978-0-7695-3275-2. Library of Congress Number 2008926137 pp 107-112. IEEE Computer Society. IARIA. Athens, Greece.

[18] Vargas Pérez Laura Silvia, Gutiérrez Tornés Agustín Francisco, Felipe Riverón Edgardo Manuel. “Metodología para la Evaluación Técnica de la Calidad de los Proyectos participantes en Concursos de Creatividad mediante un Plan de Métricas Externas.” Congreso Iberoamericano ANDESCON2008 IEEE sección Andina. Octubre de 2008. CP 130. Cuzco, Perú. [www.andescon.org/art\\_compu.htm](http://www.andescon.org/art_compu.htm).

[19] Vargas Pérez Laura Silvia, Gutiérrez Tornés Agustín Francisco, Felipe Riverón Edgardo Manuel. “PROYEVA: System to

Evaluate the Projects Quality in Contests”. Computation World 2012. ISBN: 978-1-61208-021-5. July 22-27,2012. Nice, France. SERVICE COMPUTATION 2012. The Fourth International Conferences on Advanced Service Computing. July 22-27,2012. Nice, France. ISBN: 978-1-61208-215-8. IARIA: International Academic, Research, Industrial Association. DE.

[20] Vargas Pérez Laura Silvia, Gutiérrez Tornés Agustín Francisco, Felipe Riverón Edgardo Manuel, Vargas Pérez Vanessa Atenea, Peralta Escobar Jorge. “Metodología Cuantitativa para formar Ingenieros Evaluadores de Herramientas de Desarrollo de Sistemas de Información.” [Enseñanza de la Ingeniería Frente a los grandes retos, ¿Qué estamos haciendo ?; Actas de la 13ª Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología, MM Larrondo Petrie, H. Alvarez \(Eds.\), Santo Domingo, República Dominicana, 29 a 31, de julio de 2015, LACCEI, Boca Ratón, Florida, EE.UU., 2015](#). ISBN-13 978-0-9822896-8-6.

[21] Vargas Pérez Laura Silvia, Vargas Pérez Vanessa Atenea, Peralta Escobar Jorge. “Tecnología móvil para evaluar la calidad en uso de Proyectos-Prototipos en concursos de innovación e invención” Pistas Educativas Año XXXVI - ISSN 1405-1249. Certificado de Licitud de Título 6216; Certificado de Licitud de Contenido 4777; Expediente de Reserva 6 98 62. Diciembre (2015). <http://pistaseducativas.itc.mx>

**15<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology:** “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.