

Metodología para la valoración de resultados en Trabajos Finales de Grado (TFG) de áreas tecnológicas

Methodology for the assessment of results in Final Degree Projects of technological areas

Arias Odon, F. G.

Colegio Universitario de Caracas (Venezuela)

Arias Odon, F. G.

Colegio Universitario de Caracas (Venezuela)

Resumen

Este artículo parte de la problemática surgida cuando se pretende transferir la metodología y criterios de evaluación de los Trabajos Finales de Grado que se realizan en ciencias sociales a los que se presentan en áreas tecnológicas, sin considerar la diferencia entre la investigación científica y la investigación tecnológica. En consecuencia, la naturaleza desigual de las actividades de ciencia y tecnología, implica métodos y resultados distintos, que requieren criterios particulares y diferentes para evaluar lo tecnológico, cuyos productos finales se caracterizan por ser materiales o tangibles (hardware) e intangibles (software). Concretamente, el presente estudio se propuso construir

Abstract

This article starts from the problematic that arose when the methodology and evaluation criteria of the Final Degree Projects that are carried out in social sciences are sought to those that are presented in technological areas, without considering the difference between scientific research and technological research. Consequently, the unequal nature of science and technology activities implies different methods and results, which require particular and different criteria to evaluate the technological, whose final products are characterized as material or tangible (hardware) and intangible (software). Specifically, this study aimed to build a methodology for the assessment of results in Final Degree

una metodología para la valoración de resultados en los Trabajos Finales de Grado, específicamente de áreas tecnológicas: tecnologías industriales (fabricación), tecnologías de la información y la comunicación y tecnología de la salud. En cuanto al método empleado, se realizó una investigación documental que consistió en un análisis exhaustivo de fuentes impresas y electrónicas, haciendo énfasis en la literatura especializada sobre el tema de la investigación tecnológica y la evaluación de resultados. Como conclusión del estudio se presenta la metodología propuesta la cual incluye la caracterización de dichos trabajos, la definición de indicadores y el diseño de las rúbricas para cada área.

Projects, specifically in technological areas: industrial technologies (manufacturing), information and communication technologies and health technology. Regarding the method used, a documentary research was carried out that consisted of an exhaustive analysis of printed and electronic sources, emphasizing the specialized literature on the subject of technological research and the evaluation of results. As a conclusion of the study, the proposed methodology is presented, which includes the characterization of said works, the definition of indicators and the design of the rubrics for each area.

Palabras clave: trabajo final de grado, tecnología, tecnología de producción, tecnología de la información, tecnología de la comunicación, servicio de salud.

Key words: final degree projects, technology, production technology, information technology, communication technology, health service.

Introducción

El Trabajo Final de Grado (TFG) puede ser visto como una actividad que se realiza durante los estudios conducentes a un grado universitario o como un producto escrito que constituye un requisito final de graduación que debe reflejar las competencias adquiridas durante las asignaturas cursadas. Por realizarse en el contexto académico, el TFG puede abordar cualquier área del conocimiento: científico, tecnológico, humanístico y artístico. De allí que sus contenidos, métodos y resultados difieran sustancialmente de un campo a otro.

Sin embargo, tradicionalmente, se observa una tendencia a realizar una evaluación general para todos los TFG mediante instrumentos similares, independientemente del tipo o modalidad del mismo y del área del conocimiento en la que se realiza. En este sentido, surge la necesidad de realizar esta investigación cuyo objetivo es construir una metodología para la valoración de resultados en los TFG, específicamente de áreas tecnológicas: tecnologías industriales (fabricación), tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y tecnología de la salud.

Como justificación, la metodología de valoración propuesta puede contribuir a definir instrumentos propios y criterios más precisos y objetivos para la evaluación de los TFG en áreas tecnológicas, específicamente de sus resultados o productos finales. Asimismo, puede ayudar a disipar la frecuente confusión que se presenta en los

evaluadores que tienden a emplear los criterios de valoración propios de la investigación científica en trabajos tecnológicos.

En cuanto al método empleado, se realizó una investigación documental que consistió en un análisis exhaustivo de fuentes impresas y electrónicas, haciendo énfasis en la literatura especializada sobre el tema de la investigación tecnológica y la metodología de evaluación de resultados. Por otra parte, se hizo una adaptación de los pasos metodológicos sugeridos por Armijo (2009) para la construcción de indicadores, generándose una propuesta propia aplicada a la evaluación de productos tecnológicos.

Entre las limitaciones que confronta el presente estudio, destaca la amplia diversidad de las áreas tecnológicas: electrónica, farmacéutica, computación, biotecnología, telecomunicaciones, diseño de obras civiles, tecnología de alimentos entre otras, lo que dificulta el diseño de una metodología de valoración general que abarque todas las ramas.

El Trabajo Final de Grado: bases legales, concepto y características generales

El Trabajo Final de Grado como materia o asignatura “singular” forma parte de los estudios de grado y debe reflejar las competencias adquiridas del mismo (Freire y otros, 2015). Una de las características del TFG es la diversidad de áreas del conocimiento en las que puede desarrollarse. De allí que se presenten trabajos científicos, humanísticos, artísticos y tecnológicos. Precisamente, esta diversidad conduce también a resultados y productos diferentes que requieren metodologías de valoración distintas pero, pertinentes con el producto que se evalúa.

En España el Trabajo Final de Grado es obligatorio y está normado en el Real Decreto 1393/2007, el cual expresa en su artículo 12, apartado 7, que el TFG “deberá estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título”. Sobre este aspecto Garrote (2015:3) amplía:

El apartado 3 de artículo 12 establece que “Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de Grado”. La norma no especifica qué se entiende por TFG, sino que se limita a fijar algunos rasgos en el apartado 7 del mismo artículo: “El trabajo de fin de Grado tendrá un mínimo de 6 créditos y un máximo del 12,5 por ciento del total de los créditos del título. Deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título”.

Por otra parte, en algunos países de América Latina como México, Argentina y Colombia, no se encuentra una normativa general acerca de los TFG para el nivel de licenciatura. La búsqueda realizada sólo reporta reglamentos internos de instituciones universitarias particulares, y para el caso específico de estudios de postgrado: especialización, maestría y doctorado. En Venezuela el TFG no está contemplado en la Ley de Universidades vigente. En este sentido, queda a discreción de las instituciones de educación superior, la exigencia de un TFG como requisito para la obtención del grado de Licenciatura y de Técnico Superior Universitario.

No obstante, es importante destacar el caso de la Universidad de Costa Rica, institución que presenta en 1980 un Reglamento de Trabajos Finales de Graduación en

el que se establecen los objetivos, opciones, presentación y examen de este requisito. Su principal aporte radica en las distintas opciones o modalidades de TFG que incluyen, además de tesis o trabajos de investigación, otras actividades académicas como Seminario de Graduación, Proyecto de Graduación y Práctica dirigida de Graduación (Art. 3).

Ahora bien, ¿qué es un TFG?

Según Battaner, González y Sánchez (2016:48)

En general, el TFG puede ser entendido como un trabajo o proyecto personal y original de integración de los contenidos formativos recibidos y de las competencias adquiridas en el Grado y asociadas al mismo, en el que el/la estudiante, mediante su elaboración obligatoria, con la orientación de un tutor/a, y su posterior defensa pública, debe demostrar para poder concluir sus estudios en el Grado que ha adquirido tales competencias y que está capacitado para elaborar y presentar trabajos científicos, técnicos, teóricos o experimentales sobre los fundamentos teóricos y prácticos de una o varias disciplinas del plan de estudios, siendo evaluado por ello, recibiendo, en su caso, los créditos ECTS previstos para el TFG en dicho plan de estudios.

Es importante destacar en la definición anterior la presencia de una variedad de modalidades que pueden ser adoptadas como TFG: científicos, técnicos, teóricos, entre otros. De allí que Sánchez Fernández (2013: 465) expresara “No existe un tipo de TFG que pueda ser considerado estándar en lo que se refiere a su contenido. Es por ello que cada institución debe clarificar qué tipos de TFG tienen cabida y, especialmente, cuáles no.”

En cuanto a su diferencia con trabajos de otros niveles de estudios, se debe precisar que mientras que la tesis doctoral y el trabajo de máster requieren principalmente competencias de investigación, el TFG exige múltiples competencias, sobre todo las vinculadas directamente con el campo de acción del graduado.

Con respecto a las áreas del conocimiento en las que puede realizarse, en el caso de tecnologías como las ingenierías, por lo general, los TFG no se plantean una investigación propiamente dicha sino un trabajo de aplicación en el que se demuestren las competencias profesionales del área. Como ha expresado Sabino (2006:97):

“...el diseño de un edificio o de una máquina, de una técnica productiva o de medición, el desarrollo de productos o de procedimientos. En tales circunstancias lo razonable, por cierto, es hablar de un trabajo especial de grado más que de una tesis.

Este planteamiento coincide con los casos particulares de los desarrollos tecnológicos puros en los que es posible obviar la fase de investigación básica, por cuanto el conocimiento científico ya existe y sólo se requiere analizarlo y aplicarlo (Primo Yúfera, 1994).

Con base en lo expuesto anteriormente, el TFG puede ser caracterizado por:

1. Su pertinencia con el grado cursado y con las competencias desarrolladas durante el mismo. Es decir, su propiedad o relación directa con la disciplina, las competencias y las tareas que, para el ejercicio de su profesión en el campo laboral, deberá realizar el graduado.

2. Su diversidad en cuanto a la amplia gama de áreas del conocimiento en las que puede desarrollarse: científico (ciencias naturales y sociales), humanístico, tecnológico y artístico.
3. Su variedad en cuanto al enfoque y métodos para su ejecución: cualitativos, cuantitativos, experimentales, de intervención, de desarrollo tecnológico, de creación artística, entre otros.

Ciencia y tecnología: actividades diferentes pero relacionadas

En general, vista como resultado o producto de una actividad, la ciencia es conocimiento probable y probado. Según Bunge (1981:9) es un cuerpo de ideas “que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible”. Mientras que para Sierra Bravo (1984: 36) “la ciencia como resultado se puede definir, en sentido estricto, como un conjunto de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos mediante el método científico.”

Como síntesis, la ciencia genera un producto o resultado intangible: conocimientos, conceptos, hipótesis, teorías, que pueden aplicarse o no, a largo o a corto plazo. Mientras que la ciencia es conocimiento intangible, la tecnología se concreta, principalmente, en productos materiales.

En este orden de ideas, se define la tecnología como aquella actividad que utiliza el conocimiento científico en la producción de bienes y servicios (Arias, 2017; Cegarra Sánchez, 2004; Martínez y Albornoz, 1998). En cuanto a su clasificación, Ferraro y Lerch (1997) dividen la actividad tecnológica en tecnologías duras y blandas.

Las tecnologías duras se ocupan de la generación de objetos tangibles: prototipos, artefactos, dispositivos, nuevos materiales, productos farmacéuticos entre otros. Se vinculan a ciencias como la física y la química y su propósito es satisfacer necesidades concretas tanto de la industria como de la sociedad.

Por otra parte, las tecnologías blandas originan productos intangibles como programas de computación (software), sistemas de trabajo y procedimientos cuya finalidad es mejorar el funcionamiento de organizaciones e instituciones públicas y privadas. De allí que algunas de estas tecnologías se sustenten en las ciencias administrativas.

Además de sus resultados y productos finales, la ciencia y la tecnología se distinguen en cuanto a sus fines y métodos, como se aprecia en el Cuadro 1 que se muestra a continuación.

Cuadro 1. Diferencias entre ciencia y tecnología.

	CIENCIA	TECNOLOGÍA
FINES	Describir, explicar y predecir los fenómenos objeto de estudio	Satisfacer necesidades y dar respuesta a problemas cotidianos.
MÉTODOS	Método científico experimental y no experimental en ciencias fácticas Método teórico, lógico deductivo en ciencias formales	Inventión, métodos de diseño, desarrollo y producción, ensayo y error, prueba y experimentación
PRODUCTOS	Conocimiento intangible, aplicable o no	Productos materiales y procedimientos concretos

Fuente: elaboración propia.

Los TFG en áreas científicas y en áreas tecnológicas

La distinción antes expuesta entre ciencia y tecnología se refleja en los TFG, que por su diversidad, pueden ser emprendidos en ambas áreas. De allí que se desarrollen trabajos de investigación en ciencias naturales, ciencias sociales, tanto básicas como aplicadas, y en disciplinas tecnológicas blandas y duras.

Dada la diferencia entre ciencia y tecnología, los TFG científicos y tecnológicos difieren en cuanto a su finalidad, su método y sus resultados. En consecuencia deben ser evaluados mediante indicadores e instrumentos distintos y específicos para cada área del conocimiento. No obstante, para definir tales indicadores e instrumentos, inicialmente es necesaria la caracterización de los TFG mediante la identificación de sus atributos en cuanto a sus fines, métodos y naturaleza de los resultados o productos terminales, tal como se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Diferencias de los TFG en ciencias básicas, aplicadas y tecnologías.

	TFG EN CIENCIAS BÁSICAS Biología, Matemática, Física, Química	TFG EN CIENCIAS APLICADAS Ciencias Naturales Ciencias Sociales Ciencias de la Salud	TFG EN TECNOLOGÍAS DURAS Ingeniería de Producción	TFG EN TECNOLOGÍAS BLANDAS Organización y Sistemas
FINALIDAD	Generación de nuevos conocimientos para ampliar el cúmulo de una disciplina	Elaboración de nuevos conocimientos aplicables a corto plazo en la solución de problemas prácticos	Producción de bienes materiales (tangibles)	Generación de servicios, programas, métodos y procedimientos
MÉTODOS	Experimental Teórico, lógico deductivo	Cuantitativos: Experimentales y no experimentales Cualitativos: Etnográfico Hermenéutico Investigación-acción Participante	Diseño y desarrollo de prototipos Ensayo y error “Experimento tecnológico” o sometimiento a prueba del prototipo	Métodos combinados de investigación + desarrollo (I+D) Experimental Métodos de intervención
RESULTADOS O PRODUCTOS TERMINALES	Descubrimientos Hipótesis, teorías, leyes, fórmulas y teoremas	Diagnósticos Alternativas de solución	Prototipos, aparatos, nuevos materiales	Metodologías, sistemas, normas y procedimientos

Fuente: elaboración propia

Revisión de la literatura

Una exhaustiva revisión de la literatura revela la no disponibilidad de trabajos de investigación relacionados directamente con metodologías para la valoración de resultados de TFG en áreas tecnológicas. Sin embargo, fueron identificados algunos estudios vinculados de manera indirecta con la temática.

En esta dirección, Correa, Arango y Castaño (2011) presentan una amplia revisión de las Metodologías de valoración de activos tecnológicos que muestra la necesidad de

integrar aspectos cualitativos y cuantitativos adecuados o pertinentes con los objetos tecnológicos valorados.

Posteriormente, Correa, Arango y Álvarez (2012) proponen una metodología de valoración para proyectos de transferencia tecnológica, específicamente en el ámbito universitario. Como aporte los autores plantean la necesidad de utilizar nuevas propuestas para la valoración de proyectos tecnológicos que pretenden impactar de manera significativa en la sociedad.

Sobre TFG realizados específicamente en un área tecnológica, Fazidah y Abdul (2012) analizaron las tendencias en la elaboración de TFG en la Facultad de Informática y Tecnología de la Universidad Kebangsaan, Malaysia, reportando que la Tecnología de la Información para la Investigación Industrial es el área que presenta mayor cantidad de proyectos, mientras que las Aplicaciones de Software es el área de mayor elección por parte de los estudiantes en comparación con diseño de hardware y de portales web. Además, en este estudio se refleja la alta demanda de las TIC en la industria en general, la cual requiere estar actualizada en los últimos avances tecnológicos aplicados a la producción de bienes y servicios. Como aporte para este trabajo la investigación proporciona referentes para la caracterización del TFG en el área de las TIC.

En el área de salud, Lozano y Menéndez (2012) elaboraron una metodología para medir el impacto de los resultados de proyectos de investigación en los servicios de salud la cual fue validada mediante la consulta a especialistas y a través de su aplicación en una muestra de 30 proyectos en ejecución. Particularmente, este trabajo representa una clara intención de formular instrumentos cuya aplicación responda a la urgente necesidad de evaluar el impacto de los proyectos para poder dar respuesta a interrogantes como ¿qué efectos ha generado un determinado proyecto en los usuarios de servicios de salud? ¿Cuántos beneficiarios directos e indirectos de la implementación de los proyectos se reportan? ¿Cuál ha sido la eficiencia de los proyectos en términos de costo-beneficio? La metodología de evaluación propuesta por los mencionados investigadores representa una contribución a este trabajo al servir de muestra para la construcción de nuestra metodología.

Por otra parte, Morales (2012) en su Trabajo Final de Máster presentado ante la Universidad Internacional de la Rioja, aborda la evaluación por competencias en el área de tecnología. Dado el carácter particular de los problemas y proyectos tecnológicos, el mencionado autor propone un modelo de rúbrica para su evaluación, siendo este el principal aporte para nuestro trabajo por considerarse un ejemplo de diseño de rúbricas para evaluar tecnologías.

Caracterización de los TFG

Cada área tecnológica tiene sus especificidades, por tanto los TFG que se presentan en estas áreas también asumen características muy particulares. En este sentido, a los efectos del presente estudio, en el Cuadro 3 se resumen los principales atributos de los TFG, concretamente en las áreas de tecnología industrial, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y tecnologías de la salud.

Cuadro 3. Características de los TFG en áreas tecnológicas.

	TFG EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	TFG EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	TFG EN TECNOLOGÍAS DE LA SALUD
FINALIDAD	Producción de bienes materiales (tangibles) También puede limitarse, únicamente, al diseño de productos (resultado intangible)	Desarrollo de tecnología duras: equipos (hardware) Desarrollo de tecnologías blandas: programas (software)	Generación de tanto de procedimientos y protocolos de atención como de servicios terapéuticos
MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	Métodos combinados de investigación + desarrollo (I+D) Técnicas de Investigación de mercado Técnicas de diseño industrial	Métodos de fabricación y ensamblaje de equipos Metodologías para el desarrollo de programas y sistemas de información: estructuradas y orientadas a objetos Metodologías de programación	Métodos combinados de investigación + desarrollo (I+D) Experimental Métodos de intervención
RESULTADOS O PRODUCTOS TERMINALES	Prototipos, aparatos, nuevos materiales patentables o no	Equipos, dispositivos y accesorios Sistemas de información y programas	Protocolos para el diagnóstico y tratamiento Servicios sanitarios

Fuente: elaboración propia

Caracterización de los resultados o productos terminales de TFG

Esta caracterización se elaboró a partir del análisis de algunos perfiles y sus respectivas competencias de grados correspondientes a las tres áreas seleccionadas y de los productos que históricamente se han generado en las áreas tecnológicas de producción industrial, salud y TIC.

Caracterización de los resultados de los TFG en el área de tecnología industrial

En general, la producción industrial es un proceso complejo dirigido principalmente a la generación de bienes materiales de diversa naturaleza: textil, maquinarias, vehículos automotores, electrodomésticos, entre muchos otros. Ahora bien, ¿qué esperan los usuarios de este tipo de productos? Básicamente la satisfacción de una necesidad y una relación costo-beneficio favorable. Asimismo, este resultado será más significativo y tendrá mayor relevancia si genera un alto impacto social, es decir, si tiene un amplio alcance en las comunidades y satisface necesidades sociales y colectivas antepuestas a los requerimientos individuales.

No obstante, como objetivo de un TFG del área de tecnología industrial, se puede cumplir sólo con algunas de las fases de la producción industrial. En este caso,

generalmente, los TFG abarcan únicamente las fases de concepción de la idea y diseño. En otros casos, además del diseño se puede llegar hasta la construcción del prototipo, prueba del mismo y explicación de su funcionamiento.

En síntesis, los resultados de los TFG en el área de tecnología industrial, entre muchos otros, se pueden resumir en:

- Diseño de máquinas para el procesamiento de materias primas.
- Proyección de vehículos automotores.
- Desarrollo de partes y nuevos materiales.
- Diseño de instrumentos y artefactos de carácter utilitario.

Caracterización de los resultados de los TFG en el área de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

El área de las TIC presenta dos amplias gamas de productos: los componentes tangibles físicos o materiales (hardware) y los elementos intangibles, lógicos e inmateriales que soportan un sistema (software). En este sentido, inmersos en estos dos grandes tipos de objetos, los resultados del TFG en el área de las TIC pueden abarcar desde el diseño de componentes electrónicos principales y periféricos de un sistema, hasta el desarrollo de programas informáticos: sistemas operativos, aplicaciones y utilidades. En estos casos, se pretende que tanto el hardware como software desarrollado satisfagan las necesidades o requerimientos de una organización y de los usuarios.

De manera general, los TFG del área de las TIC pueden presentar una gran cantidad y diversidad de productos tecnológicos como:

- Diseño y desarrollo de unidades centrales de procesamiento.
- Diseño y desarrollo de componentes periféricos y accesorios.
- Diseño y desarrollo de sistemas de información.
- Diseño y desarrollo de programas: sistemas operativos, aplicaciones y utilidades informáticas.
- Construcción de bases de datos.
- Diseño y desarrollo de sitios y aplicaciones web.

Caracterización de los resultados de los TFG en el área de salud

En el área de salud se observa una confluencia de productos que van desde dispositivos electrónicos para ser empleados en el diagnóstico, tratamiento e intervenciones quirúrgicas, hasta procedimientos o protocolos para la atención y terapia de usuarios de servicios de salud. No obstante, los perfiles del egresado en diversos grados del ámbito de las Ciencias de la Salud (Medicina, Enfermería, Nutrición y Fisioterapia) lo definen como un investigador y prestador de servicios, por lo que sus competencias implican generación de tecnologías blandas y no de tecnologías duras.

El egresado en carreras vinculadas a servicios de salud, a diferencia del egresado en Farmacia, diagnostica y diseña protocolos de atención, tratamientos y sistemas de rehabilitación de pacientes, pero, por lo general, no participa directamente en la producción de equipos y dispositivos médicos.

Por otra parte, el graduado en Farmacia sí genera tecnologías duras que se concretan en ingredientes terapéuticos o medicamentos. Según los objetivos formativos del Licenciado en Farmacia de la Universidad de Sevilla (2018), éste se forma "... en el análisis de los fármacos y las sustancias que los componen, la elaboración de los mismos y las tecnologías utilizadas para ello..." No obstante, en este trabajo sólo se consideran las áreas de salud que generan tecnologías blandas o servicios.

En consecuencia, los principales resultados del TFG en el área de salud, son los protocolos de atención y los servicios prestados, de los cuales se espera una gran efectividad, que sean de gran utilidad en el campo sanitario y que generen un impacto altamente positivo en las comunidades.

Metodología para la valoración de resultados en TFG

La valoración es un concepto que tiende a confundirse con el de evaluación. No obstante, a los efectos de este trabajo se considera la evaluación como un concepto mucho más amplio que generalmente incluye el proceso de valoración, entendido este último como el grado de reconocimiento de la utilidad e importancia que se le asigna a un proceso, producto o resultado académico. La valoración, en idioma inglés *assessing*, puede ser cuantitativa y cualitativa y consiste en la asignación de valores numéricos o cualidades al objeto valorado.

Ahora bien, como se ha expresado en apartados anteriores, la revisión de la literatura no reporta una metodología específica para la valoración de TFG en áreas tecnológicas. Sin embargo, algunos trabajos previos como los de Lozano y Menéndez (2012), así como el de Morales (2012), proporcionan ciertos referentes para la construcción de la metodología propuesta.

Concretamente, la metodología de valoración que se presenta consta de las siguientes fases:

1. Caracterización de los TFG: se lleva a cabo mediante la identificación de los atributos de los TFG, en función de su naturaleza o del área del conocimiento en la que se realiza, sus fines, métodos y resultados terminales.
2. Caracterización de los resultados en cada área: este procedimiento está muy relacionado con la fase anterior, pero se concentra de manera precisa en el tipo de resultado o producto obtenido.
3. Definición de los indicadores para la valoración de resultados en TFG, realizada con base en la metodología para la construcción de indicadores de desempeño, formulada por Armijo (2009). En este sentido, nuestra propuesta se hizo específicamente para la valoración de resultados en TFG y sus pasos son:

- Establecer las definiciones como referente para la medición, como por ejemplo, la definición de calidad de un prototipo o de un producto acabado. *Se entenderá por prototipo la primera obra con carácter de prueba generada antes de su producción en serie.*
 - Precisar las áreas relevantes a medir: alcance e impacto de los resultados, calidad y eficiencia de los prototipos o productos.
 - Formular el indicador para medir la calidad del producto o servicio.
 - Determinar las metas o el valor deseado del indicador.
 - Definir referentes comparativos, es decir, aquellos indicadores comunes que permiten contrastar, por ejemplo, el costo-beneficio de un prototipo o de un producto con respecto a otro.
4. Diseño de las rúbricas específicas para cada área en función de los indicadores definidos.
 5. Validación de las rúbricas por parte de investigadores independientes o de instituciones interesadas, fase que se recomienda para futuros estudios por cuanto no formó parte de los objetivos de este trabajo.

Es importante señalar que esta metodología propuesta tiene un carácter flexible y puede ser adaptada en diversos casos, por ejemplo, en la valoración de resultados en TFG sobre electrónica, transporte ferroviario y biotecnología, por citar sólo algunos. La posibilidad de adaptación radica, principalmente, en la caracterización del producto específico de cada área, para luego definir los indicadores que permitirán valorar dicho resultado.

Rúbricas para la valoración de resultados en TFG de áreas tecnológicas

Las rúbricas que se presentan a través de los Cuadros 4, 5 y 6, fueron diseñadas específicamente para la *valoración de resultados* en Trabajos Finales de Grado, no para la valoración del TFG de forma integral. Es por eso que se hace énfasis en los productos terminales generados en cada área.

Justificación del uso de rúbricas

De modo general, las rúbricas diseñadas responden a la escasez de instrumentos específicos para la evaluación de TFG en áreas tecnológicas. De manera particular, las rúbricas proporcionarán previamente, criterios de valoración que podrán ser utilizados por docentes y estudiantes durante el proceso de ejecución de sus respectivos proyectos.

Asimismo, las rúbricas propuestas para tecnología industrial y TIC, exponen los grados de avance en el desarrollo de un prototipo o de un producto acabado, información de gran relevancia para la realización de una evaluación formativa durante el proceso de elaboración del TFG. Mientras que la importancia de la rúbrica para tecnologías de la

salud radica en la posibilidad de su aplicación en el seguimiento del procedimiento o servicio prestado para determinar su efectividad, alcance e impacto.

Por último, se debe destacar la utilidad que representan las rúbricas como herramientas didácticas que le permiten al docente detectar errores y realizar una valoración más precisa, al mismo tiempo que el estudiante puede reconocer sus deficiencias y avances como autoevaluación de su nivel de competencias.

A continuación se presentan las rúbricas propuestas:

Cuadro 4. Rúbrica para la valoración de resultados en TFG de tecnología industrial.

Indicadores	Nivel de valoración bajo	Nivel de valoración medio	Nivel de valoración alto
Acabado del prototipo	Acabado con detalles más muchos defectos de construcción y ensamblaje	Acabado regular con pocos defectos de construcción y ensamblaje	Acabado excelente sin defectos de construcción o ensamblaje
Funcionamiento del prototipo	No supera las pruebas de funcionamiento	Supera parcialmente las pruebas de funcionamiento con fallos operativos	Supera las pruebas de funcionamiento sin fallos operativos
Utilidad del prototipo	Poca utilidad en función de una escasa necesidad	Mediana utilidad	Mucha utilidad y amplia necesidad
Costo-beneficio	Relación negativa	Relación positiva baja	Relación positiva alta
Relación con las competencias de grado	Baja	Media	Alta

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5. Rúbrica para la valoración de resultados en TFG del área de las TIC.

Indicadores	Nivel de valoración bajo	Nivel de valoración medio	Nivel de valoración alto
Presentación del prototipo o del producto acabado	Presentación poco atractiva y diseño sin estética	Presentación medianamente atractiva con algunos elementos de estética	Presentación altamente atractiva con abundantes elementos de estética
Funcionamiento del prototipo o del producto acabado	No supera las pruebas de funcionamiento	Supera parcialmente las pruebas de funcionamiento con fallos operativos	Supera las pruebas de funcionamiento sin fallos operativos
Utilidad del prototipo o del producto acabado	Poca utilidad en función de una escasa necesidad	Mediana utilidad	Mucha utilidad y amplia necesidad
Costo-beneficio	Relación negativa	Relación positiva baja	Relación positiva alta
Relación con las competencias de grado	Baja	Media	Alta

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6. Rúbrica para la valoración de resultados en TFG del área de tecnologías de salud.

Indicadores	Nivel de valoración bajo	Nivel de valoración medio	Nivel de valoración alto
Efectividad del protocolo, procedimiento o servicio	No se genera el efecto esperado	Se genera un efecto parcial	Se genera el efecto esperado en su totalidad
Utilidad y alcance del protocolo, procedimiento o servicio	El protocolo o procedimiento sólo puede aplicarse en muy pocos casos	El protocolo o procedimiento es aplicable en una cantidad mediana de casos	El protocolo puede ser utilizado en una gran cantidad y variedad de casos
Impacto del protocolo, procedimiento o servicio	El impacto es muy bajo en función de la cantidad de beneficiarios y su percepción	El impacto es mediano y de alcance local y regional	El impacto es alto y de alcance local, regional y nacional
Costo-beneficio	Relación negativa	Relación positiva baja	Relación positiva alta
Relación con las competencias de grado	Baja	Media	Alta

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Producto del análisis de las distintas fuentes documentales se confirma que el TFG que se realiza en áreas tecnológicas presenta diferencias de fondo y de forma con respecto a trabajos de ciencias y humanidades. Esto es debido fundamentalmente a la diferencia sustancial que existe entre ciencia y tecnología, actividades que aun cuando están íntimamente relacionadas, difieren en sus fines, métodos, procedimientos y productos terminales.

Los TFG tecnológicos generan objetos distintos a los obtenidos en la investigación científica por lo que deben valorarse con criterios, indicadores e instrumentos diferentes. En consecuencia, fue construida una metodología para la valoración de resultados, específicamente para TFG de áreas tecnológicas, la cual integra un sistema de fases, procedimientos e indicadores válidos y replicables en productos del área industrial, informática-comunicacional y salud.

Finalmente, fueron diseñadas tres rúbricas para la valoración de los resultados de TFG, correspondientes a las áreas tecnológicas abordadas. En este sentido, se recomienda, para futuros estudios, la validación de las mismas y su adaptación para otras ramas de la tecnología.

Es importante resaltar la similitud de los indicadores presentes en las rúbricas correspondientes a TFG en las áreas de tecnología industrial y TIC, dado que uno de los resultados típicos es el prototipo, aun cuando en las TIC se consideran también los productos acabados. Sin embargo, no ocurre igual en los TFG del área de tecnología de la salud, en los que los resultados o productos son sistemas de atención sanitaria, protocolos de tratamiento de pacientes y procedimientos terapéuticos.

Referencias bibliográficas

- Arias, F. (2017). Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. *RECITIUTM*, 3 (1), 64-83. Recuperado de: <http://www.recitiutm.iutm.edu.ve/index.php/recitiutm/article/view/92/pdf> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Armijo, M. (2009). *Lineamientos metodológicos para la construcción de indicadores de desempeño*. Santiago: ILPES/CEPAL. Recuperado de: <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/35060/INDICADORESDESEMPENOARMIJOM.pdf> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Battaner, E., González, C. y Sánchez, J. (2016). El trabajo de fin de grado (TFG) en las Universidades españolas. Análisis y discusión desde las Defensorías universitarias. *RUEDA@ Revista Universidad, ética y derechos* (1), 43-79. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/Rueda/article/view/2586> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Bello, F. (2006). Reflexión: la investigación tecnológica: o cuando la solución es el problema. *Revista FACES*, Universidad de Carabobo. Recuperado de: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/faces/revista/a6n13/6-13-3.pdf> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Bunge, Mario (1981). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- Cegarra Sánchez, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos.
- Correa, J., Arango, M. y Castaño, C. (2011). Metodologías de valoración de activos tecnológicos. Una revisión. *Pensamiento & Gestión*, 31, 83-108. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64620759007> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Correa, J., Arango, M. y Álvarez, K. (2012). Metodología de valoración para proyectos de transferencia tecnológica universitaria. Caso aplicado - Universidad de Antioquia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas XX*, 1, 91-106. Recuperado de: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfce/article/view/2187> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Fazidah, N. y Abdul, S. (2012). The trend in industrial computing's final year projects at school of information technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 144-149. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812037068> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Ferraro, R. y Lerch, C. (1997). *¿Qué es qué en tecnología?* Buenos Aires: Granica.
- Freire Esparís, M.P., Díaz Vázquez, R., Martínez Roget, F., Maside Sanfíz, J., Del Rio Araujo, M. y Vázquez Rozas, E. (2015). Valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje en el Trabajo Fin de Grado. *REDU*, 13(2), 323-344. <https://doi.org/10.4995/redu.2015.5451>
- García Córdova, F. (2007). *La investigación tecnológica 2ª ed.* México: Limusa/Noriega.
- Garrote, M. (2015). El TFG: sus modalidades, objetivos y competencias a validar. Reflexiones a partir de la experiencia en la Facultad de Derecho de la UCM. *Docencia y Derecho. Revista para la docencia jurídica universitaria*, 9, 1-14. Recuperado de: https://www.uco.es/docencia_derecho/index.php/reduca/article/view/95/117 [Último acceso: diciembre de 2018].

- Lozano, J. y Menéndez, A. (2012). Metodología para medir el impacto de los resultados de proyectos de investigación en los servicios de salud. *Archivo Médico de Camagüey* 16(6), 1731-1743. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211125504009> [Último acceso: diciembre de 2018].
- Martínez, E. y Albornoz, M. (eds.) (1998). *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*. Caracas: Nueva Sociedad/ UNESCO.
- Morales, G. (2012) *Evaluación por competencias en el área de tecnología en educación secundaria obligatoria*. Universidad Internacional de la Rioja. Recuperado de: https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/113/TFM_Morales_Santiago_Gregorio.pdf?sequence=1 [Último acceso: diciembre de 2018].
- Primo Yúfera, E. (1994). *Introducción a la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Alianza.
- Sabino, C. (2006). *Cómo hacer una tesis*. Caracas: Panapo.
- Sánchez Fernández, P. (2013). Trabajo Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE): De la teoría a la experiencia de la Facultad de CC. Empresariales y Turismo del campus de Ourense (Universidad de Vigo). *REDU* 11(3), 461-481. <https://doi.org/10.4995/redu.2013.5539>
- Sierra Bravo, R. (1984). *Ciencias Sociales. Epistemología, Lógica y Metodología*. Madrid: Paraninfo.
- Universidad de Costa Rica (1980). *Reglamento de Trabajos Finales de Graduación*. Recuperado de: http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/trabajos_finales_graduacion.pdf [Último acceso: diciembre de 2018].
- Universidad de Sevilla (2018). *Licenciado en Farmacia*. Recuperado de: http://www.us.es/estudios/titulaciones/plan_118_5 [Último acceso: diciembre de 2018].

Artículo concluido el 9 de Diciembre de 2018

Arias, F. (2018). Metodología para la valoración de resultados en Trabajos Finales de Grado (TFG) de áreas tecnológicas. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(2), 177-191.

<https://doi.org/10.4995/redu.2018.10189>

Fidias Gerardo Arias Odon

Colegio Universitario de Caracas
fidias20@hotmail.com

Doctor en Ciencias Sociales (UCV). Postdoctorado en Filosofía y Ciencias de la Educación (UCV).
Magíster Scientiarum en Educación Superior (UCV). Premio Nacional del Libro 2006