ReHuSo
Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales

DOI: 10.5281/zenodo.6537618

Criterios para la evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades públicas

Criteria for evaluating the efficiency of R&D projects in public universities

Franklin Padrón-Quindemil [1], ORCID https://orcid.org/0000-0003-1752-9472
Cindy Giselle Díaz-Contino[2], ORCID https://orcid.org/0000-0001-6949-406X
Mariana Flores García [3], ORCID https://orcid.org/0000-0002-5591-5836

[1] *Universidad Americana de Europa, México. franklin.pq90@gmail.com*
[2] *Universidad Americana de Europa, México. cindygiselle6@gmail.com*
[3]*Universidad Americana de Europa, México. maryfg83@gmail.com*

Recepción: 15 de Noviembre de 2021 / Aceptación: 11 de abril de 2022 / Publicación: 05 de mayo de 2022

Citación/como citar este artículo: Padrón-Quindemil, F., Díaz-Contino, G. y Flores, M. (2022). Criterios para la evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades públicas. *ReHuSo, 7*(2), 119 – 136. https://doi.org/10.5281/zenodo.6537618

CC BY NC ND

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar criterios de evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades públicas; considerando que la valoración continua es un elemento fundamental para la mejora y el éxito de los proyectos. Fue realizado un estudio descriptivo con un enfoque cualitativo. Se aplicó como método de investigación el análisis documental de contenido; el cual tiene su sustento en una revisión bibliográfica detallada de artículos académicos relacionados con la evaluación de la eficiencia en proyectos I+D+i, de modo que se pudieron identificar criterios aplicables al contexto de las universidades públicas ecuatorianas. Se demostró la existencia de variadas alterativas para la evaluación de este tipo de proyectos. Finalmente se proponen utilizar como criterios para la evaluación de la eficiencia los indicadores de: tiempo, presupuesto y alcance, unido a la satisfacción de los interesados.

Palabras clave: evaluación de la eficiencia, proyectos I+D+i; investigación; universidades.

Abstract

The objective of this research was to analyze criteria for evaluating the efficiency of R&D projects in public universities; considering that continuous assessment is a fundamental element for the improvement and success of projects. A descriptive study with a qualitative approach was carried out. Documentary content analysis was applied as a research method; which is based on a detailed bibliographic review of academic articles related to the evaluation of efficiency in R&D projects, so that criteria applicable to the context of Ecuadorian public universities could be identified. The existence of various alternatives for the evaluation of this type of projects was demonstrated. Finally, it is proposed to use as criteria for the evaluation of efficiency the indicators of: time, budget and scope, together with the satisfaction of the interested parties.

Keywords: efficiency evaluation, R+D+i projects; research; universities.

Introducción

La ciencia que se gesta en las universidades es apreciada por la posible influencia que ejerce en la transformación social, pues al diseminarse el conocimiento este puede utilizarse generando un mayor bienestar. Por lo tanto, la gestión de la actividad investigativa en estas instituciones constituye un elemento determinante para impulsar la investigación científica, siendo los proyectos de investigación, ciencia y tecnología uno de los modos para potenciar la actividad científica.

En la región latinoamericana históricamente las universidades públicas han dependido de los fondos gubernamentales, y en épocas de severidad económica se han visto perjudicadas con recortes presupuestarios. Especialistas del Banco Mundial en el año 1994, plantearon que para alcanzar mayor eficiencia, calidad y equidad, las universidades deben hacer reformas como: incorporación de establecimientos privados; diversificación de sus fuentes de financiamiento, incluyendo aranceles para los estudiantes y otorgamiento de fondos públicos al desempeño, así como que el gobierno priorice objetivos que aumenten la calidad y la equidad en el desarrollo de la educación superior (Girdwood, 1995; Orozco-Silva, 2010; Marchesi, Tedesco y Coll, 2021).

El desarrollo de la educación universitaria es fundamental para poder alcanzar niveles aceptables de desarrollo humano sustentable; por ello se recomiendan tres principios rectores que guíen el accionar en las instituciones de educación superior: relevancia, calidad e internacionalización. La investigación es una función que permite aumentar la relevancia social y la calidad académica, y debe verse como un elemento indispensable en la promoción de los vínculos entre ciencia, tecnología y cultura. Asimismo, la pandemia puso en evidencia el rol de la tecnología; e incluso se desarrollaron nuevas herramientas para desplegar acciones docentes, de gestión, de investigación y de vinculación con la sociedad. En este contexto, la Sociedad del Conocimiento y la Revolución 4.0 invocan a un replanteamiento en el cómo realizar los procesos universitarios, cuestión que debe ser atendida de manera conjunta y colaborativa entre todas las instituciones para que el aprendizaje sea integrado e incida positivamente en la sociedad (UNESCO, 1995; Villaruel-Fuentes, 2017; Alfaro-Varela y Sabillón, 2021).

Es necesaria la evaluación de la eficiencia de los proyectos de investigación en el ámbito universitario, porque éstos constituyen una vía para que estas instituciones desarrollen la investigación en campos del conocimiento que son determinantes para el desarrollo científico y el progreso social de un país desde una visión interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar. Igualmente, es importante que el ejercicio de la ciencia universitaria esté basado en la integridad y eficiencia que favorezcan el marco experimental, la reproducibilidad de los resultados cualitativos y cuantitativos y la sostenibilidad de los procesos a partir del financiamiento, de los recursos otorgados, el alcance, el tiempo en que se terminan los proyectos y la satisfacción que tienen los beneficiaros, cuya evaluación debe realizarse en todas las etapas del proyecto.

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

En Ecuador, en las instituciones de educación superior (IES), las actividades de investigación están institucionalizadas de acuerdo con el Modelo de Evaluación Externa de Universidades y Escuelas Politécnicas en Ecuador (Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, CACES, 2019), institución que realiza evaluaciones cada dos años. Por ello, cada universidad, en sus políticas de investigación, puede plantear diferentes alternativas de evaluación en períodos más cortos para darle seguimiento al trabajo, tomando en consideración este modelo y agregando estándares que no se contemplen en las dimensiones del mismo. Tal es el caso de la función sustantiva investigación, en la que no aparece ningún estándar para medir la eficiencia de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación: I+D+i.

El problema de investigación identificado está en que en el Modelo de Evaluación Externa de Universidades y Escuelas Politécnicas en Ecuador no existen estándares en la función sustantiva investigación que permita medir la eficiencia de los proyectos de I+D+i en las dimensiones: planificación, ejecución y resultados, lo cual impacta negativamente en la evaluación de los proyectos pues no se tiene un control preciso de los recursos, del alcance y objetivos de ese proyecto, así como del tiempo en que se ejecuta y del grado de satisfacción de los beneficiarios; este último indicador posibilita conocer si el proyecto ha sido exitoso o no.

Por lo tanto, se hace necesario la proposición de alternativas de evaluación de proyectos de manera integral, que representen vías efectivas para medir el cumplimiento de sus objetivos y metas; además de la capacidad conseguir un control desde la planeación y durante la ejecución a partir de una adecuada retroalimentación en las diferentes etapas, en las que se pueden realizar los ajustes necesarios para facilitar el cumplimiento de las actividades programadas y el logro de los objetivos. Tomando en cuenta además que las universidades públicas tienen que velar por un uso adecuado del presupuesto que les ha sido otorgado por el gobierno y administrarlo con cautela.

El objetivo de la presente investigación consistió en analizar criterios de evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades, considerando además su aplicabilidad en el contexto del Ecuador. La evaluación de la eficiencia permite la introducción de mejoras a medida que avanza el proyecto y en todas las etapas, desde que se planifica hasta que concluye el proyecto. En este sentido, el contar con una evaluación de la eficiencia de los proyectos, permitirá a la a las propias universidades, tener una visión integral de los proyectos por los cuales realiza la inversión de su presupuesto. Es válido aclarar que, también se reconoce el hecho de que este tipo de proyectos tienen una repercusión en beneficio a la población a la que va destinado, por lo que es preciso realizar, además, valoraciones cualitativas como el grado de satisfacción que tienen los beneficiarios.

Marco referencial

En el escenario investigativo, la expresión terminológica “proyectos de investigación, innovación y desarrollo (I+D+I)”, infiere la delimitación conceptual de cada una de las palabras que lo componen. Cuando se hace referencia a la investigación, se piensa en trabajos creativos, sistemáticos para obtener nuevos conocimientos a partir de la aplicación de métodos científicos. Al pensar en el vocablo desarrollo, la idea está en los trabajos que emplean el

conocimiento para crear nuevos materiales, productos y servicios o mejorar los ya existentes. Si se habla de innovación, se cree en la introducción de un nuevo o mejorado producto (bien o servicio), proceso o método (OCDE, 2015).

Para entender la dinámica de los proyectos I+D+I, la OCDE (2002; 2005), en las publicaciones: "Manual de Frascati" y "Manual de Oslo" aclara las definiciones I+D, considerando las actividades que son internacionalmente admitidas. Así es que define a la Investigación y desarrollo experimental como trabajo creativo que se realiza de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones. La I+D, comprende tres tipos de actividades:

- Investigación básica, direccionada en dos tipos de investigación: la investigación básica pura, entendida por trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada y la investigación básica orientada, que es la que busca un conocimiento científico nuevo para un avance deseado.
- Investigación aplicada: se refiere a trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.
- Desarrollo tecnológico: se refiere a trabajos sistemáticos que a partir de conocimientos existentes, incorporan las tecnologías y herramientas para la fabricación y la comercialización de productos nuevos y mejorados.

En cuanto al término desarrollo experimental, hace referencia a trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/ o la experiencia práctica y están dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o la mejora sustancial de los ya existentes.

En relación con la innovación, se entiende como la introducción de un nuevo producto (bien o servicio) mejorado, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo en las prácticas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Al respecto, se reconocen como tipos de innovaciones: innovaciones tecnológicas (productos o servicios), innovación de mercadotecnia, innovación de organización, innovación social (para resolver problemas sociales en organizaciones, instituciones y comunidades), innovación incremental (mejora progresiva, no exige nuevo conocimiento) e innovación radical (modifica las prestaciones o coste del producto, exige nuevo conocimiento y competencias) (OCDE, 2002; OCDE, 2005).

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

La OCDE (2018), hace algunas precisiones en cuanto a la innovación, destacando cuatro dimensiones de la innovación que pueden guiar su medición: conocimiento, novedad, implementación y creación de valor. Al respecto, se destacan actividades que impulsan la innovación:

- Investigación básica y desarrollo experimental para crear nuevos conocimientos.
- Diseño y otras actividades creativas para desarrollar nuevos productos, funciones y formatos de los productos y procesos.
- Marketing y desarrollo de marca comercial, considerando estudios y pruebas de mercado, nuevas formas de promoción, y puesta en el mercado de los productos.
- Actividades de protección de ideas, productos mejorados o nuevos procesos.
- Actividades de formación del personal tanto para utilizar nuevas innovaciones (equipamiento, aplicativos, etc.), como para implementar la innovación en la organización.
- Desarrollo de software, cuando éste se utiliza para implementar productos o procesos nuevos o mejorados.
- Adquisición de activos para proveer la innovación tanto de los procesos como de los productos.
- Gestión de la innovación, entendida como las actividades encaminadas a planear y gestionar los recursos dirigidos a innovar.

La definición de innovación que propone la OCDE (2018) es la siguiente:

> Un producto o proceso nuevo o mejorado (o combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o incorporado por la unidad de la innovación (proceso) (p.20).

Por otra parte, entre la I+D y la innovación existen fronteras; si se trata de la I+D, el objetivo radica en introducir mejoras técnicas en el producto o en el proceso; en cambio, si el producto, el proceso o la metodología ya están establecidos, siendo el objetivo principal abrir mercados, realizar la planificación previa a la producción o conseguir que los sistemas de producción o de control funcionen armónicamente, la actividad ya no es de I+D (OCDE, 2015).

Con respecto al concepto de universidad, cabe destacar que se les denomina así a las instituciones académicas, reconocidas también como instituciones de educación superior, espacio de formación profesional y constructora de identidades. Como instituciones de enseñanza superior comprenden diversas facultades, colegios, institutos, departamentos, centros de investigación, escuelas profesionales, etcétera, y otorga los grados académicos correspondientes. En ellas se despliegan las funciones sustantivas: docencia, gestión, vinculación con la sociedad e investigación a partir de las modalidades: presencial, híbrida, en línea y a distancia; las últimas tres modalidades desde la pandemia y post-pandemia son las que más se han desarrollado, acentuándose el hecho de que en América Latina la mayor parte

de la producción de conocimiento científico y tecnológico en esta región ocurre en las universidades, particularmente en las públicas (Navarrete, 2013; Unesco, 2020).

A propósito de la evaluación, esta se puede realizar a partir de métodos y estrategias. El método, se entiende como el camino o la vía a seguir mediante una serie de operaciones, reglas y procedimientos fijados con anterioridad, de manera voluntaria y reflexiva, para alcanzar un propósito o un fin. Asimismo, hace referencia a un conjunto de estrategias y herramientas que se utilizan para llegar a un objetivo preciso. Su importancia radica en que está dotado de propiedades cognoscitivas que permiten el abordaje ordenado de una parte de la realidad y que depende del sujeto cognoscente la utilidad que pueda tener pues, al aplicarlo en la investigación, es posible aclarar lo desconocido. Su aplicación conlleva una actitud reflexiva, lo que implica organizar segmentos de la realidad con sentido lógico y explicativo para esclarecer dudas (Aguilera, 2013; Alonso, Leyva y Mendoza, 2019).

El término eficiencia, según estudio realizado por Sickles, Song y Zelenyuk (2018) sobre cuestiones planteadas por Farrell y Lovell, destacan que este término hace referencia al éxito que se tiene en producir, lo mayormente posible, un producto con un conjunto dado de insumos. Se refiere también a la comparación entre los valores observados de los óptimos de las salidas y las entradas de una unidad de producción.

Estos criterios también son compartidos por Acevedo y Pico (2018), quiénes realizan un estudio para la medición de la eficiencia de los grupos de investigación de las Facultades de Ingeniería de la Universidad Industrial de Santander, aplicando la metodología Análisis Envolvente de Datos con la finalidad de identificar las entidades eficientes, es decir, aquellas que hacen un adecuado uso de los insumos que disponen, se definen en primera instancia el conjunto de variables que esquematizan la tecnología de producción de los Grupos de Investigación de la institución en cuestión.

Hay otros autores como Martínez-Cabrera (2003), que habla de cómo medir la eficiencia en las universidades, considerando que una asignación es eficiente, en el sentido de Pareto, cuando no es posible reasignar los recursos existentes de tal forma que algún individuo mejore sin que otro empeore y se cumple cuando se garantizan las condiciones de la eficiencia en la producción, en el intercambio y en la eficiencia global. En la medición de la eficiencia, es fundamental conocer la tecnología de producción del sector al que pertenecen las unidades objeto de evaluación, para definir las variables inputs y outputs que permitan caracterizar la función de producción.

En este análisis de la eficiencia, es importante considerar los postulados de Galván-Vela y García-Ruiz (2019), quiénes evalúan la eficiencia de proyectos de I+D+i considerando el tiempo, el presupuesto, el alcance y la satisfacción de los involucrados. Finalmente, se para propósitos del presente estudio, se entiende por evaluación de proyectos I+D+i al proceso que permite valorar la relevancia o el éxito de los proyectos considerando el cumplimiento de los objetivos en el tiempo y con los recursos asignados, así como la satisfacción de todos los involucrados.

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

Metodología

La presente investigación es de tipo descriptiva y tuvo un enfoque cualitativo. Se aplicó como método de investigación el análisis documental de contenido, el cual tiene su sustento en una revisión bibliográfica detalla de artículos académicos relacionados con la evaluación de la eficiencia en proyectos I+D+i, de modo que se pudieron identificar criterios aplicables al contexto de las universidades públicas ecuatorianas. Por lo tanto, se reúnen un conjunto de propuestas o maneras de evaluar la eficiencia de proyectos I+D+i desde la perspectiva de diversidad de autores, enfocándose en la explicación y compresión de estas.

Resultados

En primer momento, es importante mencionar que en la literatura consultada, son varios los trabajos que analizan la eficiencia de la universidad como institución. Se encuentra que Abbott & Doucouliagos (2003), plantearon técnicas no paramétricas para estimar la eficiencia técnica y de escala de las universidades australianas, mostrando que, independientemente de la combinación de productos e insumos, las universidades australianas en su conjunto registraron altos niveles de eficiencia entre sí.

Otro estudio que devela la eficiencia de la universidad como institución es el realizado por Taylor y Harris (2004), quiénes realizan un análisis sobre una muestra de 10 universidades públicas de las 21 existentes en Sudáfrica aplicando el DEA. Sobre la base de siete modelos identificados, cada uno utilizó una consolidación de la producción anual de los graduados y la investigación como variable de producción y la probó contra varias variables de entrada. Se encontró un alto grado de consistencia y estabilidad, pudiéndose explicar a partir de cuatro factores centrales las diferencias en la eficiencia entre las universidades.

Martínez-Cabrera (2003), hace un análisis sobre la eficiencia departamental dentro de una misma área de conocimiento de distintas universidades a partir de criterios de calidad en la evaluación de la eficiencia técnica, calificando a los departamentos como eficientes o ineficientes. Por su parte, Martín-Rivero (2007), analiza la eficiencia de los departamentos de la universidad de La Laguna. La autora habla de la medición de la eficiencia en la educación superior considerando varias dimensiones: eficiencia técnica, eficiencia asignativa y eficiencia económica. En ambos tipos de estudios se analiza la eficiencia en las actividades docentes e investigadoras.

Concretamente en la temática de los criterios para valorar la eficiencia de los proyectos de investigación, se considera importante precisar no solo los indicadores de eficiencia de un proyecto, también los llamados “elementos de la triple restricción” -tiempo, presupuesto y alcance-; ya que se debe medir también la satisfacción de sus stakeholders. De esta manera, se podrá determinar de un modo más extendido si un proyecto ha sido eficiente y, a la vez, exitoso. Al respecto, un estudio realizado por Galván-Vela y García-Ruiz (2019), muestra que si bien

es importante medir la eficiencia total del proyecto, es también necesario considerar el cumplimiento de las expectativas de los involucrados.

Con la revisión bibliográfica realizada de determinaron disimiles indicadores, tanto en las salidas como en las entradas de los proyectos. En relación con los outputs o salidas de los proyectos, la producción científica es uno de los ítems a considerar. Su medición es fácilmente cuantificable e incluye varios indicadores: número de publicaciones (definiéndose las de bases de datos regionales: Redalyc, Scielo, entre otras, y las indexadas en la Web of Science y Scopus. Asimismo, es factible diferenciar el tipo de publicación realizada: artículos, libros, capítulos de libros y ponencias. Es importante destacar que en dependencia del área del conocimiento suelen haber más publicaciones de visibilidad. Por ejemplo, hay más publicaciones de ciencias puras en la Web of Science y en Scopus que de ciencias sociales. Por otra parte, las ciencias sociales suelen publicar más libros y capítulos de libros que artículos (Martín-Rivero, 2007; Mammadov y Aypay, 2020; Torres-Salinas, 2020).

Otro indicador para evaluar la investigación es el índice o factor de impacto ya sea para los trabajos publicados en la Web of Science (Journal Citation Report-JCR), como para los trabajos publicados en Scopus (Scimago Journal Ranking-SJR); sin embargo, este indicador puede tener sesgos idiomáticos (idioma inglés que prevalece), por área del conocimiento (las ciencias puras con mejor posibilidades), posición de los autores cuando citan, así como preferencias de los autores al citar (a través de autocitas o resaltar el trabajo de amistades) (Korhonen, Tainio & Wallenius, 2001; Torres-Salinas et al., 2018).

Cabe resaltar otros indicadores tales como el número de proyectos de investigación (refleja aspectos cualitativos, pues su continuidad en el tiempo significa que proyectos anteriores han pasado la evaluación de la institución que los financia); ingresos procedentes de proyectos de investigación (repercusión externa de la investigación, aunque no todos los departamentos y áreas del conocimiento reciben iguales ingresos). En cuanto a este último indicador, según Martín-Rivero (2007), hay autores que consideran que son output por reflejar el valor del mercado de la investigación y hay otros autores que plantean que esos ingresos se gastan en la investigación por lo que se deben considerar como inputs.

En este sentido, hay trabajos como los de Martínez-Cabrera (2003), que utilizan el valor acumulado de la producción científica para varios años, dada la naturaleza propia de la investigación, alegando que las investigaciones tardan tiempo en germinar, y por otro, las revistas con visibilidad suelen revisar los artículos por dos evaluadores, transcurriendo un tiempo considerable entre la aceptación del documento y su publicación. Igualmente, hay indicadores que tienen una extensión temporal de corto plazo, como por ejemplo las presentaciones en congresos.

En cuanto a los inputs, el estudio de Martín-Rivero (2007), deja claro que en la actividad universitaria se suelen clasificar según representan recursos humanos, recursos materiales o recursos financieros. En el caso de los recursos humanos se considera la dedicación del profesor

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

ya sea a tiempo completo o a tiempo parcial; personal investigador, becarios de investigación; profesores doctores y profesores no doctores. Otros indicadores que se miden son los salarios de los profesores y créditos impartidos por éstos.

Para medir los recursos materiales, los indicadores utilizados son número de ubicaciones por departamento; tamaño de las infraestructuras; número de ordenadores o de aparatos específicos; gastos en equipamiento y valor de la inversión física. La medición de los recursos financieros tiene como indicadores el presupuesto departamental; los ingresos por investigaciones y gastos en libros y revistas (Martín-Rivero, 2006).
Khan, Ludlow, & Rix, (2012), exponen que la evaluación de un proyecto de investigación y desarrollo basado en la tecnología de la información (TI) desde la perspectiva de un usuario final es necesaria para descubrir si los resultados del proyecto son exitosos o no; sin embargo, alegan que no es sencillo diseñar e implementar una metodología genérica de evaluación de usuarios que pueda aplicarse a un proyecto integrado de investigación y desarrollo colaborativo a gran escala. Así que comparten una experiencia basada en la evaluación de la investigación llevada a cabo en un proyecto de investigación integrado de TIC a gran escala: el proyecto HUMBOLDT. El proyecto desarrolla herramientas y servicios de TI para la armonización transfronteriza de datos geoespaciales, que se aplican a nueve escenarios de aplicación diferentes. Los autores utilizan una nueva metodología de evaluación orientada al usuario con indicadores de criterios y métricas (CIM), para la evaluación de los resultados de la investigación del proyecto. Los resultados de la evaluación de los usuarios revelan hasta qué punto se logran los objetivos de investigación y desarrollo del proyecto, y también demuestran los beneficios y limitaciones de la metodología de evaluación.

Rao (2013), expone en primer lugar la importancia de evaluar el proyecto de investigación científica. En segundo lugar, plantea que el sistema de índice de evaluación se construye para evaluar el proyecto de investigación científica. Finalmente, presenta un modelo de evaluación de proyectos de investigación científica basado en la teoría del sistema gris, obteniéndose una forma efectiva de seleccionar los proyectos óptimos para el departamento de la gestión científica.

Otro de los métodos de evaluación, a criterio de Dai, Wang, Yang & Wei (2016), es la evaluación por expertos como uno de los medios importantes para la toma de decisiones de inversión. Los autores proponen un método de decisión grupal basado en el elemento materia gris, y lo aplican a la evaluación en red del proyecto de innovación universitaria. Este método extiende el método tradicional de evaluación única al sistema de índice abundante y refina la rúbrica de puntuación. Sobre la base de la puntuación de apoyo, se agrega otra puntuación opuesta de otros seis criterios, puntuación de incertidumbre, puntuación de ventaja actual, puntuación de desventaja actual, puntuación de ventaja potencial y puntuación de desventaja potencial. Los resultados experimentales muestran que pueden obtener seis veces más información para la evaluación del proyecto, proporcionando un fuerte apoyo a los responsables de la toma de decisiones.

Sfez et al (2017), exponen la necesidad de fomentar la investigación y la innovación a través de programas de financiación, requiriéndose que los proyectos de investigación e innovación cuantifiquen los aumentos potenciales en la eficiencia de los recursos logrados por los proyectos. Sin embargo, no existe consenso sobre cómo calcular la eficiencia de los recursos, razón que se aborda en el estudio, definiéndose como la relación entre los beneficios obtenidos de los recursos y el impacto o la cantidad de recursos utilizados. Los autores plantean que se pueden utilizar métodos de puerta a puerta o basados en el ciclo de vida y se pueden subdividir en métodos de contabilidad y métodos de evaluación de impacto. Cada método considera diferentes aspectos de los recursos; por lo tanto, ningún método único pretende responder a las mismas preguntas de investigación; cuestión por la que los desarrolladores de proyectos deben tomar una decisión bien informada sobre qué método utilizar. Este estudio entonces proporciona recomendaciones para respaldar esta elección, así como la evaluación general y la valorización del índice de eficiencia de recursos en el marco de los programas de investigación e innovación.

Kralisch et al. (2018), apoyan proyectos de investigación colaborativa impulsados por la tecnología entre la industria y el mundo académico dentro del programa marco europeo Horizonte 2020, como parte integrante de la iniciativa emblemática de la unión por la innovación. Los autores abogan por una gestión de la innovación y un nuevo enfoque de toma de decisiones, que promueva la comprensión holística de los desafíos económicos, ambientales y sociales a los que deben responder las tecnologías. El enfoque MEASURE se desarrolló sobre la base de experiencias en evaluación de la sostenibilidad y gestión de la innovación dentro de proyectos de colaboración, permitiendo la comparación de soluciones alternativas, la comprensión de sus beneficios e inconvenientes, así como la evaluación de la distancia (restante) a un objetivo definido y, como resultado, una sólida toma de decisiones holística para el diseño innovador de procesos sostenibles.

Ortiz, Tenorio y Cerda (2018), explican cómo generar una propuesta de metodología e instrumento generalista, que sirvan de guía ex ante y ex post para evaluar el impacto socioeconómico de los proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D), que son realizados y ejecutados dentro del sistema público mexicano de ciencia y tecnología. Los autores opinan que tanto los recursos públicos como privados son escasos y además su asignación demanda una presión sobre los resultados cada vez mayor. Es así, que bajo la premisa de dar un uso eficiente a los recursos (principalmente públicos), los proyectos de I+D deben competir por ellos. Lo que conlleva a generar evaluaciones de impacto de los distintos proyectos, que sirvan de justificación para la correcta asignación.

Barreno- Benavides, López- Paredes y López- Paredes (2018), realizaron un estudio sobre la relación existente en la investigación, la innovación y el desarrollo de las empresas ecuatorianas con las Instituciones de Educación Superior (IES). Participaron 385 empresas públicas y privadas de las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Santa Elena, donde se revisaron experiencias de vinculación con IES en la ejecución de

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

proyectos de investigación; así como, la inversión realizada por países de la región y sus fuentes de financiamiento. Los resultados mostraron la necesidad de transferir conocimiento para el desarrollo empresarial y social, evidenciando sectores que demandan de investigación para la innovación, que la inversión para investigación e innovación es un elemento fundamental para estimular la producción, la generación de empleo y la creación de nuevos emprendimientos, y se destaca la importancia de vincular la universidad con la empresa para generar desarrollo

Litau (2020), utiliza la herramienta Management of Developing Projects (MDP) para una discusión académica, considerando la aplicación de criterios cualitativos y cuantitativos para la evaluación multifuncional de proyectos de inversión e innovación. En la fase cualitativa de la investigación, aplicaron 12 entrevistas en profundidad, lo que permitió identificar las habilidades gerenciales de los involucrados por su tipo de personalidad y, en consecuencia, esto permitirá desarrollar programas educativos universitarios que satisfagan la demanda del mercado.

Amara, Rhaiem & Halilem (2020), realizan un estudio donde combinan un análisis envolvente de datos (DEA) y un análisis comparativo cualitativo de conjunto difuso (fsQCA) para evaluar la eficiencia de la investigación de los académicos canadienses en el campo de la gestión y examinar la combinación de condiciones causales que podrían mejorar o dificultar esta eficiencia. Los resultados de la DEA indican que hay un margen sustancial para mejorar la eficiencia de la investigación dentro de este campo. Tres determinantes explican individualmente las diferencias en la eficiencia de la investigación entre los académicos: antigüedad, financiamiento público y reputación de la escuela de negocios. El fsQCA se utilizó para seguir adelante con esta dirección e identificar cómo estas tres variables y el capital social de los académicos interactúan para proporcionar rutas alternativas a la eficiencia de la investigación. Los resultados de fsQCA muestran que ninguna de las variables son condiciones necesarias para una alta eficiencia de la investigación. Sin embargo, las tres combinaciones de estas variables son condiciones suficientes para explicar la alta eficiencia de la investigación.

Niu, et al. (2020), realizan un estudio sobre la evaluación de la eficiencia de la investigación científica como una parte importante de la gestión de la investigación científica. Alegan que el modelo DEA se utiliza para evaluar la eficiencia de la investigación científica; por ello, primeramente, introducen varios modelos comunes de DEA y se analiza su mecanismo interno. A continuación, se establece el correspondiente sistema de índice de evaluación de la eficiencia de la investigación científica. Finalmente, los valores de eficiencia calculados por los modelos CCR-DEA, BCC-DEA y SE-DEA se comparan y analizan en función de los datos de investigación científica de Shanghai a lo largo de los años, a fin de proporcionar una cierta base teórica para la evaluación y supervisión de la investigación científica en Shanghai.
Hoyos-Restrepo et al. (2021), proponen indicadores de gestión, resultados e impacto para la evaluación de proyectos de innovación pública mediante una metodología que incorpora indicadores de medición, con el fin de hacer un seguimiento al evaluar el resultado de los indicadores de cumplimiento de los objetivos planteados al principio del proyecto. Este proceso

se realiza a partir de la identificación de las variables que contribuyeron o no al éxito del proyecto y, a su vez, propone posibles acciones para modificar o cambiar dichas variables. Los autores hablan de eficiencia relativa, pues a su consideración hay cuestiones en los proyectos de innovación pública que se pueden analizar aplicando variables cuantitativas y variables cualitativas.

A continuación, son sintetizados en la Tabla 2 los aspectos tratados en los análisis realizados correspondientemente con los autores y año de publicación en que se abordan. Se obtuvieron un total de 13 temáticas relacionados con el argumento de estudio abordados en un total de 17 trabajos; donde 12 de ellos están actualizados en los últimos 5 años.

Tabla 1

Trabajos académicos que abordan criterios para criterios para la evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades

	Temática	Autores / Años de publicación
1	Eficiencia de proyectos de I+D+i- tiempo, presupuesto, alcance y satisfacción de los involucrados.	-Galván-Vela y García-Ruiz (2019)
2	Producción científica como salida (outputs) de los proyectos.	-Martín-Rivero (2006) -Mammadov y Aypay (2020) -Torres-Salinas (2020)
3	Índice o factor de impacto como salida (outputs) de los proyectos	-Korhonen, Tainio y Wallenius, (2001) - Torres-Salinas et al. (2018)
4	Integración de las TI desde la perspectiva del usuario final- proyecto integrado de investigación y desarrollo colaborativo a gran escala	-Khan, Ludlow, & Rix, (2012)
5	Modelo de evaluación de proyectos de investigación científica basado en la teoría del sistema gris	-Rao (2013) -Dai, Wang, Yang & Wei (2016)
6	Relación entre los beneficios obtenidos de los recursos y el impacto o la cantidad de recursos utilizados	-Sfez et al (2017)
7	Evaluación de la sostenibilidad y gestión de la innovación.	-Kralisch et al. (2018)

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

8	Evaluación del impacto socioeconómico de los proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D).	-Ortiz, Tenorio y Cerda (2018)
9	Evaluación de la relación existente en la investigación, la innovación y el desarrollo de las empresas ecuatorianas con las Instituciones de Educación Superior (IES).	-Barreno-Benavides, López-Paredes y López- Paredes (2018)
10	Evaluación utilizando la herramienta Management of Developing Projects (MDP) en proyectos de inversión e innovación	-Litau (2020)
11	Evaluación utilizando la herramienta Management of Developing Projects (MDP) en proyectos de inversión e innovación	-Amara, Rhaiem & Halilem (2020)
12	Evaluación utilizando el modelo DEA.	-Niu, et al. (2020)
13	Proponen indicadores de gestión, resultados e impacto para la medición de la eficiencia en las diferentes dimensiones del proyecto: planificación, ejecución y resultados.	-Hoyos-Restrepo et al. (2021)

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la literatura.

Discusión

La realización de un análisis comparativo de los resultados en contexto internacional sobre la evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades públicas evidenció la existencia de variados y heterogéneos estudios académicos que proponen alternativas de criterios valorativos. Sin embargo, se localizaron muy pocas investigaciones desde la perspectiva nacional ecuatoriana, a pesar de la importancia del tema en la tarea de cimentar el éxito de los proyectos universitarios.

La diversidad de propuestas existentes evita el llegar a un consenso de evaluación internacional, esto se debe a que en los proyectos I+D+i, algunos resultados son intangibles, lo que resulta ser un impedimento para la medición de su impacto. Al ser subjetivos se dificulta identificar los factores relevantes para incorporar en las propuestas metodológicas (Hoyos-Restrepo, et al., 2021).

“En este sentido, la búsqueda de indicadores que puedan sustituir la medida del beneficio en la evaluación de la eficiencia constituye un reto para las instituciones públicas, sobre todo si las pretenden aplicar en técnicas de gestión” (Martínez-Cabrera, 2003, p.13). No obstante, los

criterios cualitativos esencialmente amplían las oportunidades de los académicos en la proposición de estándares evaluativos partiendo de sus consideraciones individuales, lo que se evidencia en la diversidad de perspectivas metodológicas encontradas.

Conclusiones

Las universidades públicas ecuatorianas necesitan evaluar periódicamente los proyectos I+D+i que realizan ya que representa una vía para mantener resultados de calidad, obtener información actualizada respecto a su gestión, así como optimizar los recursos materiales y financieros destinados para su realización, ejecutando adecuados ajustes de ser necesario. Igualmente es necesario considerar el cumplimiento con las expectativas de los involucrados planteadas al inicio del proyecto

La revisión teórica realizada posibilitó tener una panorámica general sobre los parámetros necesarios para medir la eficiencia de la investigación y cómo pudiera estos verse reflejados desde la perspectiva de los proyectos de investigación. Los diferentes autores analizados demostraron la existencia de variadas alternativas de evaluación con este propósito. Finalmente, a los efectos de esta investigación, se proponen como criterios para la evaluación de la eficiencia de proyectos I+D+i en universidades públicas ecuatoriana: los indicadores de: tiempo, presupuesto y alcance, unido a la satisfacción de los interesados.

Referencias bibliográficas

Abbott, M., & Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, *22*(1), 89–97. https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1

Acevedo, N y Pico, J. (2018). *Evaluación de la eficiencia relativa de los grupos de investigación de las facultades de ingeniería de la Universidad Industrial de Santander, mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA), y su posterior clasificación*.[Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander] http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172918.pdf

Aguilera, R. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios políticos,* (28), 81-103. http://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n28/n28a5.pdf

Alfaro-Varela, G. y Sabillón, R. E. (2021). Síntesis del Foro Reflexión en torno al papel de la educación en la promoción del desarrollo humano sostenible. *Revista Perspectivas Del Desarrollo,* *6*(1), 236–241. https://www.camjol.info/index.php/RPDD/article/view/12445

Alonso, L. A., Leyva, P. A. y Mendoza, L. L. (2019). La metodología como resultado científico: alternativa para su diseño en el área de ciencias pedagógicas. *Opuntia Brava, 11*(2), 231-247. http://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/915

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

Amara, N., Rhaiem, M., & Halilem, N. (2020). Assessing the research efficiency of Canadian scholars in the management field: Evidence from the DEA and fsQCA. *Journal of Business Research, 115*, 296–306. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.059

Barreno- Benavides, L., López- Paredes, H y López- Paredes, M. (2018). Relación investigación, innovación: el desarrollo de las empresas ecuatorianas con las universidades. *Podium, 33*, 55–68. https://doi:10.31095/podium.2018.33.6

Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior [CAACES]. (2019). *Modelo de Evaluación Externa de Universidades y Escuelas Politécnicas en Ecuador*. https://www.utm.edu.ec/evaluacion/images/Archivos2019/INSTITUCIONAL/modelodeevaluacionexterna2019.pdf

Dai, J., Wang, D., Yang, X. & Wei, X. (2016, 23 al 25 de agosto). Design and implementation of a group decision support system for university innovation projects evaluation, *11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 148-151, doi: 10.1109/ICCSE.2016.7581571

Galván-Vela, E. y García-Ruiz, J. E. (2019). La eficiencia y su relación con el éxito de un proyecto según administradores de proyectos en Centros de Investigación. *Fides Et Ratio. Revista de Difusión Científica Cultural, 17*(17), 193-214. http://fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/download/9/8/

Girdwood, A. (1995). [Review of Higher Education: *The Lessons of Experience*, by T. W. Bank*]*. *Higher Education*, *30*(2), 247–250. http://www.jstor.org/stable/3447664

Hoyos-Restrepo, L. J.; Saldaña-Cortés, C. y Redondo-Soto, D. C. (2021). Metodología de evaluación de eficiencia no paramétrica para proyectos de innovación pública. Caso de estudio: Centro de Innovación Social de Nariño (cisna). *Revista Opera, 28*, 169 – 192. https://doi.org/10.18601/16578651.n28.08

Khan, Z., Ludlow, D., & Rix, J. (2012). Applying the criteria indicators and metrics evaluation method on ICT research: The HUMBOLDT project. *Research Evaluation*, *22*(1), 30–40. doi:10.1093/reseval/rvs037

Korhonen, P., Tainio, R., & Wallenius, J. (2001). Value efficiency analysis of academic research. *European Journal of Operational Research, 130*(1), 121–132. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00050-3

Kralisch, D., Ott, D., Lapkin, A. A., Yaseneva, P., De Soete, W., Jones, M., Finkbeiner, M. (2018). The need for innovation management and decision guidance in sustainable process design. *Journal of Cleaner Production, 172*, 2374–2388. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.173

Litau, E. Y. 2020. Scoring method as applied to innovation project evaluation for startup support, *Entrepreneurship and Sustainability 7*(4), 2978-2990. https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(27)

Mammadov, R. y Aypay, A. (2020). Efficiency analysis of research universities in Turkey. International Journal of Educational Development, 75(7). https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2020.102176

Martínez, O., Leyva, P. A, y Dorrego, M. (2020). La estrategia: fundamentos de un resultado científico. *Opuntia Brava, 12*(3), 19-29. http://200.14.53.83/index.php/opuntiabrava/article/view/1045

Martínez-Cabrera, M. (2003) *La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior*. Fundación BBVA, Bilbao. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2003/06/DE_2003_La_medicion_de_la_eficiencia_en_las_instituciones_Martinez_web.pdf

Martín-Rivero, R. (2007). La Eficiencia Productiva en el Ámbito Universitario: Aspectos Claves para su Evaluación Estudios de Economía Aplicada, 25(3), 793-811. https://www.redalyc.org/pdf/301/30113818011.pdf

Navarrete, Z. (2013). La universidad como espacio de formación profesional y constructora de identidades. *Universidades,* (57), 5-16. https://www.redalyc.org/pdf/373/37331246003.pdf

Niu T., Zhang L., Zhang B., Zhang B., Yang B. (2020) Scientific Research Efficiency Evaluation Model Based on DEA and Its Application Analysis—Take Shanghai as an Example. In: Wang TS., Ip A., Tavana M., Jain V. (eds) *Recent Trends in Decision Science and Management. Advances in Intelligent Systems and Computing, 1142.* Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3588-8_8

OCDE (2002). *Manual de Frascati*. *Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. FECYT. http://www.unae.edu.py/cidunae/images/Manual-de-Frascati.pdf

OCDE (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Grupo Tragsa. http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf

OCDE (2015). *Manual de Frascati*. *Directrices para la recopilación y la notificación de datos sobre investigación y desarrollo experimental.* OECD publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en

OCDE (2018). *Manual de Oslo. La Medición de la Ciencia, Tecnología y Actividades de Innovación. Directrices para la recopilación y la notificación y uso de datos sobre la innovación*. Eurostat. https://www.oecdilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1647879665&id=id&accname=guest&checksum=CFF1762F0C49EDFCACB35B7430E95425

Orozco- Silva, L.E. (2010). Calidad académica y relevancia social de la educación superior en América Latina. *Revista iberoamericana de educación superior, 1*(1), 24-36. http://www.scielo.org.mx/pdf/ries/v1n1/v1n1a3.pdf

Ortiz, O.D., Tenorio, L.D., Cerda, M.C. (2018, 7 al 9 de noviembre). Metodología para la evaluación de proyectos de I+D en el sector público mexicano. [Conferencia]. *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (ELMeCS) Innovación y creatividad en la investigación social: Navegando la compleja realidad latinoamericana*. Universidad de Cuenca, Ecuador. http://elmecs.fahce.unlp.edu.ar/vi-elmecs/actas/OrtizQuistian.pdf

Rao, C. J. (2013). Comprehensive Evaluation Model of Evaluating Scientific Research Projects. *Applied Mechanics and Materials, 373-375,* 2228–2231. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.373-375.2228

Sickles, R.C., Song, W y Zelenyuk, V. (2018). Econometric Analysis of Productivity: Theory and Implementation in R. En C. R. Rao and H.D. Vinod, (eds.). *Econometrics Using R., Handbook of Statistics* (pp. 1-31). Elsevier.

ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales
e-ISSN 2550-6587
https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/index
Vol. 7 Núm. 2 (119 - 136): Mayo – Agosto 2022
rehuso@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
DOI: 10.5281/zenodo.6537618

https://economics.rice.edu/sites/g/files/bxs4046/files/2020-10/Handbook%20of%20Statistics%20Chapter_Sickles%20et%20al.%202018.pdf

Taylor, B., & Harris, G. (2004). Relative efficiency among South African universities: A data envelopment analysis. *Higher Education, 47*(1), 73–89. https://doi.org/10.1023/B:HIGH.0000009805.98400.4d

Tedesco, J. C. y Coll, C. (Coord.). (2021). *Calidad, equidad y reformas en la enseñanza*. Fundación Santillana. http://www.psyed.edu.es/archivos/grintie/MarchesiTedescoColl_CalidadEquidadyReformas.pdf

Torres-Salinas, D. (2020). *Indicadores y estadísticas de investigación. UGR 2020. Lite versión*. Universidad de Granada, Vicerrectorado de Investigación y Transferencia, Unidad de Evaluación Científica: Granada. https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/63219/Indicadores%20y%20estadisticas%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Torres-Salinas, D.; Robinson-García, N.; Herrera-Viedma, E.; Jiménez-Contreras, E. (2018). Consideraciones metodológicas sobre el uso del impacto normalizado en las convocatorias Severo Ochoa y María de Maetzu. *El profesional de la información, 27*(2), 367-374. http://doi.org/10.3145/epi.2018.mar.15

UNESCO. (1995). *Documento de política para el cambio y desarrollo de la educación superior*. París, Francia. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098992_spa

UNESCO. (2020). *Investigación y vínculo con la sociedad en universidades de América Latina*. París, Francia. Sfez, S., Dewulf, J., De Soete, W., Schaubroeck, T., Mathieux, F., Kralisch, D., De Meester, S. (2017). Toward a Framework for Resource Efficiency Evaluation in Industry: Recommendations for Research and Innovation Projects, *Resources, 6*(5), 1-23. doi:10.3390/resources6010005

Villaruel-Fuentes, M. (2017). Educación superior y desarrollo sustentable. *Revista Iberoamericana de Educación*, (18), 1-6. https://rieoei.org/historico/deloslectores/1214Villarruel.pdf