

EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA INTERDISCIPLINAR, SU IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL EN LA INTENSIFICACIÓN INDUSTRIAL.

THE METHODS INTERDISCIPLINARY RESEARCH SCIENTIFIC WITH ECONOMIC AND SOCIAL IMPACT THROUGH INDUSTRIAL INTENSIFICATION.

Autores:

Diana Niurka Concepción Toledo, dianac@uclv.edu.cu, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Segunda jefa de Departamento, Doctora en Ciencias de la Educación.

Roxana Cortés Martínez, rcortes@ucfqs.edu.cu, Universidad "Carlos R. Rodríguez", Cuba. Máster en Ciencias.

Erenio González Suárez, erenio@uclv.edu.cu, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Doctor en Ciencias.

Resumen

La ciencia se presenta como una institución social, organizada en un sistema estructurado y estrechamente vinculado con la economía, la política, los fenómenos culturales y las demandas de la sociedad. En el trabajo se expone las consideraciones sobre la importancia del trabajo conjunto y la interdisciplinariedad en la investigación científica en el contexto actual. En particular se hace énfasis en el caso de temas de investigación que por su complejidad, requiere la colaboración de los aportes de investigaciones de alto impacto económico y social, como ocurre en los procesos de intensificación industrial. Con este propósito se analiza el papel de la colaboración científica de los actores del sector académico, investigativo y empresarial que se involucran en la búsqueda del resultado final, constituyendo esta particularidad uno de los problemas sociales que inciden en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Palabras claves: ciencia, investigación, interdisciplinariedad, intensificación industrial.

Abstract

Science is presented to us as a social institution, as a system of scientific organizations, whose structure and development are closely linked with the economy, politics, cultural phenomena, with the needs and possibilities of the given society. The work presents the considerations on the importance of interdisciplinary in scientific research under current conditions. In particular, emphasis is placed on the case in which collaboration in research with high social and economic impact is necessary, such as those related to industrial facilities. Scientific collaboration between professionals from various sectors of society at the present time is analyzed as an important social problem in science and technology.

Keywords: scientific research, interdisciplinary, industrial intensification.

Introducción

El notable desarrollo científico-técnico que caracteriza al nuevo siglo XXI, es sin dudas, el resultado de la combinación de profundas transformaciones sociales ligadas al avance impetuoso de la ciencia. Son precisamente las constantes exigencias del mundo moderno las que conducen e impulsan de manera sustancial la actividad científica y de igual manera, acentúan como nunca antes la responsabilidad social de los hombres de ciencia.

Ante las condiciones actuales del desarrollo científico, se apuesta por el intercambio con las universidades y el empleo de la ciencia para solucionar las problemáticas del desarrollo, indagando posibles alternativas para alcanzar resultados, lograr el encadenamiento productivo, reducir importaciones y ampliar los rubros exportables, y también debido a ello, “la educación superior tiene un alto peso en el SCTI y se proyecta a ampliar su implicación, mediante el fortalecimiento de su infraestructura científico tecnológica y su potencial científico, así como sus resultados investigativos orientados al desarrollo y a la innovación y mediante proyectos de innovación conjuntos con en el sector productivo y los territorios (León, et al., 2021).

Ante el nuevo paradigma científico-tecnológico se consolida un nuevo modo de producción de conocimientos, el que demanda cambios en la práctica científica y su relación con la sociedad. Se basa en la producción de conocimientos en el contexto de aplicación, con la intención de satisfacer un interés práctico para la búsqueda de soluciones a problemas determinados, donde su identificación y la correspondiente investigación que se despliega, se hace a través de una compleja interacción entre especialistas, usuarios y otros actores organizados en redes de colaboración, siendo un requerimiento la formación de posgrados en el vínculo universidad –empresa (Concepción, et al., 2020) y desde especialistas de la empresas (González, et al., 2020).

El conocimiento se consolida como un elemento de importancia estratégica para la sociedad, como recurso imprescindible para poder avanzar, al entrar en una economía basada en recursos intangibles como la información y el aprendizaje por lo que, *“en la implementación del MGGI se despliegan las políticas, normas jurídicas, tecnologías y herramientas de la calidad, la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), la comunicación social, la información y la informatización de la sociedad”*. (Díaz Canel, et al., 2021)

El mayor problema radica en conciliar y combinar las cuestiones que nacen de las exigencias sociales y económicas, por un lado y el intrínseco desarrollo de la ciencia por otro. Ningún país será capaz de mantener su lugar en el mundo sin hacer uso positivo y planificado de la ciencia.

Desarrollo

La ciencia se nos presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculada con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad dada.

Definida así, la ciencia actual no concibe la producción espontánea y desordenada de conocimientos, sino que su producción, acumulación, síntesis y generación se orienta hacia un proceso de producción social en el que se combina el conocimiento tácito y explícito con la práctica social. En conclusiones gnoseológicas de estudios vinculados a la teoría del conocimiento, se deja ver

de forma clara que existen cosas independientemente de nuestra conciencia y de nuestras sensaciones; que no existe diferencia entre el fenómeno y la cosa en sí, solo entre lo que es conocido y lo que aún no es conocido.

Hay que razonar dialécticamente, con pensamiento materialista para explicar mejor las regularidades del proceso del conocimiento de la realidad y consecuentemente, preparar mejor el pensamiento subjetivo de los individuos para esta tarea. Lenin, resalta la idea de no suponer jamás que nuestro conocimiento es acabado e inmutable, sino que es imprescindible indagar la manera en que el conocimiento nace de la ignorancia, de qué manera el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser más completo y más exacto. Reconoce la realidad objetiva como la fuente y el contenido de los conocimientos y que es a través de su actividad transformadora (práctica y valorativa) que el hombre incorpora progresivamente ese conocimiento a su ser, así como la posibilidad de conocer el mundo en la medida que va incorporando a su caudal de conocimientos aquellos que desconoce.

A través de este análisis asume que la unidad entre la objetividad del conocimiento y la correlación entre la verdad absoluta y la verdad relativa, conduce a la fortaleza del conocimiento que se crea. Considera a los objetos como el contenido del reflejo y que este no podrá existir sin la existencia de los que refleja, que tiene carácter procesal, y no es pasivo, sino activo y creador vinculado a la actividad práctica del hombre.

Referido al método de reconstrucción de la realidad por el pensamiento, se ha señalado, por Marx, que el método científico correcto es el método del ascenso de lo abstracto a lo concreto. Para su aplicación, es necesario la existencia de premisas tales como: la existencia real de lo concreto, la actividad práctica objetiva del hombre social y la forma sensible inmediata del reflejo de lo concreto en la conciencia de los individuos.

Si en el pasado, las cuestiones a las que se podían dar respuestas racionales se encontraban en el campo de las matemáticas y en el resto de los campos se obtenían resultados parciales, extraídos de la experiencia para ser aplicados en la técnica; con la aparición del método científico se inicia un largo recorrido para aplicarlo al resto de los asuntos que conciernen a la sociedad.

Siguiendo esta lógica, se ha enfatizado que la construcción del conocimiento avanza por un proceso complejo y contradictorio, desde lo abstracto a lo concreto, del fenómeno a la esencia, de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de este a la práctica, a la que reconoce como el punto de vista primero y fundamental de la teoría del conocimiento, pues el fin supremo del conocimiento es servir a la práctica como vía para la solución a los problemas que surgen durante la actividad económico productiva, socio-política y espiritual del hombre. En consonancia con estas ideas, Plá (2009), considera que la práctica determina el lado activo del proceso del conocimiento que corresponde a la actividad humana y que se vincula directamente con el aspecto subjetivo que transforma la realidad objetiva por medio de su actividad vital. Señala a la verdad como la esencia de esta teoría, a través de la cual se brinda la posibilidad al pensamiento humano de conocer al mundo. De ahí la necesidad de adoptar la posición dialéctica que facilite la comprensión de la complejidad del proceso de conocimiento.

De este análisis se desprende que en la teoría del conocimiento científicamente fundamentada, el conocimiento deviene un proceso de aproximación constante del objeto y el sujeto, que se funda en la práctica y es ella quien la determina por

lo que están estrechamente unidos. Se conciben los objetos del conocimiento como productos de una evolución anterior, que dan origen a otros en un proceso histórico, concatenado, que se eleva desde lo abstracto a lo concreto, de lo general a lo particular y que garantiza la reproducción real de la realidad objetiva en el sujeto.

Se pueden enmarcar dos importantes funciones en el proceso de producción de conocimientos: el fundamento teórico de la concepción del mundo y por otra parte, la metodología general de las ciencias a partir de las cuales se orienta la actividad científica para la selección de las premisas teóricas y metodológicas en las investigaciones.

Estos aspectos constituyen los principios básicos del método científico universal, en los que se apoya la teoría científica del conocimiento que fundamenta el carácter científico de los métodos de investigación que deben regir para todas las ciencias y que se concibe como un proceso creador e inseparable del desarrollo de la teoría de la ciencia y de su aplicación a la práctica social. Para acelerar los resultados y enfoques multilaterales de las investigaciones, los métodos matemáticos se han convertido en un poderoso arsenal metodológico para la solución de problemas actuales y prospectivos de la industria que posibilitan no solo el desarrollo de los procesos óptimos, sino también la dirección de estos con vista a mantenerlos siempre en los regímenes óptimos y rutas deseadas (Concepción, et al., 2021).

Desde el siglo XIX la ciencia comenzó a dar pasos en la producción de conocimientos en medio de contactos entre diferentes disciplinas. Este fenómeno fue reconocido como “puntos de crecimiento de la ciencia, que son resultado de sus interacciones”, pero es en la segunda mitad del siglo XX en que se hace más evidente la interacción entre las ciencias. Precisamente son aquellas orientaciones de la ciencia que presuponen la interacción de diferentes ciencias entre sí, la formación de un cierto tipo de grupos complejos de ciencias, el empalme entre ciencias que hasta hace poco parecían extrañas unas y otras, las que adquieren hoy una significación rectora (Klein, 2008).

La dimensión colectiva y compleja del trabajo científico del cual deriva esta interrelación es desarrollada por Kuhn (1971). Enfatizó que la ciencia no se desarrolla a partir de sujetos aislados sino a través de comunidades científicas. En este aspecto, como se ha dicho, tiene gran importancia el concepto de socialización, entendido como la condición material que caracteriza el entorno social que envuelve al sujeto, resultando imprescindible para transformarse como ser humano, distinguiéndose su papel activo y la apropiación social del conocimiento, socialmente distribuido y socialmente reflexivo, que concibe no solo el tipo de conocimiento que se produce, sino que también incluye la forma en que se produce, el contexto donde se produce, y como se organiza. Estos procesos transcurren a través del trabajo en equipos sobre la base de la interdisciplinariedad, elemento que según refiere Núñez (1999), se asocia a la cooperación orgánica entre miembros de un equipo, lógica específica de comunicación, barreras que se suprimen, fecundación mutua entre prácticas y saberes; cuyo objetivo define es emprender el conocimiento de algo complejo y la tarea de dar respuesta a estos.

Una mirada hacia la interdisciplinariedad ha constituido núcleo central en el estudio de varios investigadores (Horruitiner, 2008; León, 2012), quienes arriban como conclusiones de sus estudios que la interdisciplinariedad constituye el nivel de integración del conocimiento mediante el cruzamiento y el establecimiento de

relaciones de interacción entre dos o más disciplinas, cuyo resultado es una intercomunicación y enriquecimiento mutuo. En la Figura 1, se esquematiza la secuencialidad para establecer teorías y leyes.



Figura 1. Aproximación vectorial de la ciencia. (Fuente: Cortés et al, 2021)

En el intento de alcanzar este objetivo se establecen relaciones basadas en la participación y cooperación entre los sujetos que intervienen en un estudio específico, en el que se desencadenan puntos de encuentro, el enlace de diferentes disciplinas y a su vez, lleva implícito el trabajo científico coordinado, con la combinación de fortalezas y debilidades, el estímulo hacia nuevas formas de comunicación y socialización del proceso de investigación y de sus resultados y la utilización de forma colectiva de los medios e instrumentos del trabajo de investigación.

La actividad interdisciplinar posibilita una concepción más integradora y humanista de las disciplinas, a partir del enriquecimiento teórico y metodológico que aporta cada una de ellas, que posibilita el enfoque integral para la interrelación y cooperación entre los sujetos para dar respuesta a un problema específico de la práctica, con lo cual se fortalece su componente axiológico. Bajo este enfoque la interdisciplinariedad se dimensiona y operacionaliza al estar definidos los objetivos y las acciones a desarrollar en cada una de las etapas; se acciona sobre la contradicción entre la progresiva especialización de los saberes y la imprescindible integración de estos en un conjunto ordenado y coherente (MacLeod & Nagatsu, 2018).

No obstante, es importante distinguir e investigar lo que es general y uno los diferentes estilos de pensamiento y lo que distingue unos de otros que implica la orientación hacia los diferentes aspectos y acoplarlos para convertirlos en un factor generador de nuevos conocimientos científicos que acelere la introducción de las ideas científicas en la práctica.

Esta interrelación entre las diferentes disciplinas constituye una tarea inter científica que conduce a la conexión de la ciencia con la producción, en la que no queda aislada la incorporación de los decisores de las entidades encargadas de la actividad productiva para lograr la rápida materialización de los resultados científicos en la esfera económica (Hvidtfeldt, 2017).

Esta integración entre las demandas sociales, la actividad científica integrada y la producción, constituye el fundamento sobre el cual se despliega la ciencia actual, como fuerza productiva directa en aras de solucionar los problemas del desarrollo científico, técnico y social.

El empleo de los métodos matemáticos en la investigación científica y su relación interdisciplinaria.

La creciente inserción de los métodos matemáticos en el campo del conocimiento científico, responde a un grupo de factores que se relacionan con aspectos económicos, culturales y sociales que se corresponden con la lógica del movimiento de pensamiento científico. La complejidad de los objetos de investigación de la ciencia actual presupone la necesaria aplicación de los métodos matemáticos. La tendencia a la incorporación de estos métodos ha requerido un cambio en el paradigma que asumen los científicos y especialistas, quienes con frecuencia ofrecen resistencia y oposición al negar su empleo debido al desconocimiento de las posibilidades que aportan durante el proceso investigativo.

No obstante, es irrefutable el hecho de que el empleo de los métodos matemáticos constituye un paso de avance en la interdisciplinaria y a su vez representan un peldaño superior en el desarrollo científico. Una de las causas que ha incidido en la amplia aplicación de la matemática en la ciencia actual, responde a que muchas de sus ramas se han sometido a un nivel cualitativamente nuevo derivado de las propias demandas y particularidades de la nueva oleada científico-técnica que se despliega. El empleo de los métodos durante el procesamiento de los datos empíricos hasta la propia creación de una teoría, constituyen un momento clave que posibilita el avance del conocimiento científico. En estas fases de la actividad científica se utilizan ampliamente, como ha señalado Michelsen (2015), los conceptos abstractos y sus interrelaciones, por lo que la matemática es el mejor instrumento para el estudio de las relaciones abstractas y el establecimiento del vínculo con el desarrollo del aparato conceptual de la ciencia específica.

Muestra de esta afirmación lo constituyen el empleo de los métodos probabilísticos- estadísticos en la economía, en actividades que van desde la planificación hasta el control de la calidad de los procesos productivos; los métodos de la teoría de las probabilidades, como fundamento para la elaboración de la teoría cuantitativa de la información que inciden en los procesos de dirección; la teoría de la toma de decisiones que utiliza los conceptos y métodos de la teoría de las probabilidades y la estadística; la lógica matemática en el procesos de programación de tareas en los equipos cibernéticos; la teoría de la relatividad y muchas otras, dictada por el propio nivel de desarrollo alcanzado por estas teorías. En estos ejemplos se pone de manifiesto el crecimiento de la abstracción de la matemática y con ella se hacen más complejos los vínculos con el resto de las ciencias que, con la ayuda de los conceptos y teorías, logran reflejar los aspectos más esenciales y profundos de la realidad (Pyt'ev, 2018). De esta forma se confirma la vigencia del pensamiento científico acerca de que estas teorías nos acercan cada vez más a la realidad, cuando se ha expresado que: el pensamiento que se eleva de lo concreto a lo abstracto -siempre que sea correcto- no se aleja de la verdad, sino que se acerca a ella. La abstracción de la materia, de una ley, de la naturaleza, la abstracción del valor, etcétera; en una palabra, todas las abstracciones científicas (correctas, serias, no absurdas) reflejan la naturaleza en forma más profunda, veraz y completa.

La matemática somete a un procesamiento lógico, el análisis, la generalización esquematización de conceptos y teorías, las que gracias a su carácter general y abstracto resultan ser aplicados para la solución de los problemas y situaciones concretas. En los próximos años el proceso de penetración de los métodos

matemáticos en otras ciencias irá en ascenso al incluir su empleo en campos más amplios, profundos e interdisciplinarios. De lo anterior la importancia de las herramientas matemáticas en la intensificación de los procesos industriales y en particular de la industria química (Mamade, et al., 2016).

La Revolución Científico –Técnica moderna consiste en que se inicia la era de la producción automatizada, de manera que las ciencias se transforman en una fuerza productiva directa. El desarrollo de la ciencia y la técnica ha impulsado los problemas referentes a sus métodos, lo que obliga a una mejor comprensión del nexo interno de los métodos filosóficos con el conocimiento científico concreto. El método científico de investigación aplicable a todas las esferas de las Ciencias y la Técnica, es la teoría de los sistemas, siendo este un rasgo común que hermana a la teoría general de los sistemas con la metodología filosófica, pues la teoría de los sistemas es un método general de investigación científica que transforma los distintos principios de la metodología filosófica en tal forma que estos adquieren significado heurístico en el conocimiento especializado. La cibernética es el método de la Ciencia que analiza bajo su aspecto funcional los procesos de dirección y optimización de los sistemas; de modo que la cibernética como método, ocupa un lugar intermedio en la aplicación del método científico general (dialéctica materialista) y en los métodos específicos de las ciencias particulares, siendo un fruto del desarrollo científico moderno, dado que las ideas de cada época se ven en sus técnicas.

Las ciencias modernas han desarrollado las ideas de la simulación, los métodos de análisis y las síntesis de los sistemas, por lo que la modelación matemática, interpretada, como la representación de la verdad relativa de un lado de un fenómeno, pertenece al campo de la Ciencia, que estudia la Cibernética Matemática. El desarrollo de estos métodos se ha convertido en un problema cardinal de la ciencia, pues en ello, está planteado tanto desde el punto de vista de las demandas de la práctica, como desde el de la lógica interna de la evolución de la propia Ciencia.

En la actividad cognoscitiva del hombre en aras de alcanzar su introducción en la práctica, el empleo de la modelación matemática posibilita la profundización de los conocimientos y se convierte a su vez, en método que direcciona la toma de decisiones acerca de nuevas técnicas para resolver problemas en el contexto tecnológico actual (Voronkova, et al., 2018).

La modelación y los modelos juegan un papel decisivo para la solución de los problemas planteados en el análisis de procesos, por ello es que el desarrollo y utilización de los modelos es una de las tareas más importantes a realizar en la actualidad. Ellos pasan a ser herramientas importantes de trabajo, cuya efectividad en la solución de problemas industriales aumenta y se perfecciona cada día (Lingefjärd, 2006).

En la actual etapa del desarrollo de la ciencia y la técnica, la producción impone tareas con muchos años de anticipación a éstas. Esta necesidad del desarrollo ha sido satisfecha por los modernos métodos cibernéticos, que con la simulación de los fenómenos se interesó por una de las cualidades del pensamiento humano, la previsión, el pronóstico, por lo que la cibernética imprime un carácter cualitativamente distinto al progreso técnico.

En la literatura científica vinculada a los estudios de los modelos matemáticos, se aborda su definición a través de la óptica de varios autores. En todas estas definiciones se reconoce como elemento común, que el modelo se traduce en un representante intermedio entre el objeto que se estudia y el sujeto que investiga,

lo que se puede resumir como que el modelo matemático es una verdad relativa que refleja determinadas características de los fenómenos estudiados. El fundamento de un modelo, es el estudio del fenómeno, la experiencia, pues en la base de cualquier modelo esta nuestra concepción acerca del contenido de los fenómenos, la que se forma en la práctica. La abstracción resultante del estudio de la experiencias lo que lleva a la concepción del modelo, a la generalización teórica, cosa esta que facilita la matemática con su preciso aparato lógico y *“como ocurre en todos los campos del pensamiento humano al llegar a una determinada fase del desarrollo, las leyes abstractas del mundo real se van separando de este mundo real”* (Engels, 1962) por lo que pueden estudiarse independientemente de los sistemas reales, actuar sobre ellos y obtener las conclusiones que permitan planificar y ejecutar la dirección el fenómeno real con previsión científica.

Al examinar los aspectos concernientes a la modelación matemática de los procesos continuos se debe prestar esmerada atención al propósito fundamental para el cual se selecciona su empleo. No resulta conveniente dejarnos influir por la posible excelencia teórica de la presentación matemática de determinado modelo, por el hecho de que sea elegante.

Esto implica que debe realizarse un balance entre la realidad del fenómeno y el modelo que resulta conveniente emplear. Al respecto Rudd & Watson (1968), sentenciaron *“no utilizar una compleja técnica para resolver problemas que pueden ser resueltos por un análisis simple”*.

Debido a la complejidad de los procesos reales y las limitaciones de las matemáticas, cualquier modelo que sea desarrollado, está sujeto a ser idealizado y generalmente solo representa fielmente alguna de las propiedades del proceso, con el objetivo de salvar esta limitante en lo posible

La calidad de un modelo matemático está determinada por la precisión con que coincidan los procesos en el sistema real con los procesos obtenidos mediante el modelo, por ello debe existir:

- Concordancia objetiva con el propio sistema.
- Posibilidad de sustituir el sistema en el proceso del conocimiento.
- Propiedad de suministrar información práctica sobre el sistema.

En el proceso de conocimiento en la ciencia actual, la interacción entre el objeto y el sujeto se establece a través de una relación dialéctica regida por la unidad entre el sujeto y el objeto, la que constituye una necesidad en las etapas de penetración en la esencia de la realidad objetiva, aspecto que la hace significativamente superior a la práctica científica en otros momentos históricos. En el proceso de modelación se produce una abstracción necesaria la cual se manifiesta en dos momentos fundamentales: para la creación del propio modelo y durante la ejecución de las abstracciones e identificaciones con lo cual se manifiesta una enorme fuerza integradora.

No obstante, en el propio proceso de abstracción se realiza un aislamiento del objeto en sus partes y de sus vínculos con otros objetos, lo que hasta cierto punto modifica las propiedades del objeto por lo que resulta imprescindible, una vez realizado el estudio, integrarlo al todo para ver su comportamiento en su Interacción con otros objetos que se manifiesta durante la actividad concreta y real dada por la unidad del mundo material.

Por tanto, la modelación tiene como finalidad servir de transmisor de la información del objeto al sujeto basada en la unidad del mundo material, en concordancia entre el modelo que se elaboró y el objeto real que permite conocer

el comportamiento del fenómeno en los diferentes niveles en que se organiza la materia (Fernández Rivas, et al., 2018).

De este análisis se desprende que en la solución de los problemas que enfrenta la ciencia moderna, juega un papel esencial el método de modelación como elemento integrador y por su función optimizadora en la actividad científica.

Conclusiones

En la etapa actual del desarrollo social y científico-técnico alcanzado, es preciso prestar especial atención a la teoría y práctica de los procesos de integración del conocimiento. En la ciencia se ofrece un campo fértil donde se puede establecer procesos integradores, en la que no solo se convierte en una fuerza productiva directa, sino que en ella se dan las condiciones propicias para desarrollar la ciencia con un elevado potencial que la convierte a su vez, en una fuerza social transformadora.

La actividad científica investigativa no solo lleva implícito la producción del conocimiento, también debe propiciar las condiciones para su transmisión, sobre la base del trabajo organizado en equipos interdisciplinarios que conduzcan a la satisfacción de las necesidades individuales y colectivas como una experiencia de conexión de la ciencia con la producción, la economía, la educación y la cultura en general, de las que depende el éxito del desarrollo científico esperado. La ciencia y la introducción de los resultados científicos en la producción, adquieren relevantes funciones sociales por lo que deberán estar orientadas al desarrollo armónico y proporcional de la ciencia de manera que contribuya al desarrollo integral de la técnica, la producción y la economía.

Esto reafirma la necesidad de reforzar los vínculos entre todas las disciplinas que intervienen en la solución de las demandas sociales, en aras de contar con un potencial científico integral con el que se pueda garantizar la introducción en la práctica de los resultados científicos.

El progreso de la ciencia está disolublemente unido al reforzamiento del papel de la matemática en la elaboración de sus teorías. Atendiendo al nivel de desarrollo alcanzado en la ciencia específica y con el apoyo de los métodos matemáticos, posibilita expresar con mayor precisión los principios en que se basa una teoría, se articulan las relaciones y dependencias entre las propiedades y los parámetros; así como de importantes instrumentos para arribar a conclusiones en el proceso investigativo.

Referencias bibliográficas

Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., López Bastida, J. & Ramos Miranda, F. (2021). Gestión del conocimiento en la proyección científica de la industria química mediante diseños experimentales Universidad y Sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 446-451.

Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., Miño Valdés, J.E., & Ramos Miranda, F. (2020). El postgrado: aspecto clave para los proyectos de desarrollo local en el vínculo universidad – empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 364-369.

Cortés Martínez, R., Concepción Toledo, D. N., Ramos Miranda, F., & López Bastida, E. J., & González Suárez, E. (2021). Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 110-117

Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16.

Engels, F. (1962). Antidürring, https://www.fundacionfedericoengels.net/images/PDF/engels_antiduhring_interior.pdf

Fernández Rivas, D., Castro Hernández, E., Villanueva Perales, A.L. & Van der Meer, W. (2018). Evaluation method for process intensification alternatives. *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 123, 221-232.

Horruitiner, P. (2008). La universidad cubana: el modelo de formación. Editorial Universitaria Félix Varela.

Hvidtfeldt, R. (2017). Interdisciplinarity as Hybrid Modeling. *Journal for General Philosophy of Science*, 48, 35–57.

Klein, J.T. (2008). Evaluation of Interdisciplinary and transdisciplinary Research: A Literature Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), 116 - 123.

León Díaz, O., Pierra Conde, A., García Cuevas, J. L. & Fernández González, A. (2021). La Educación Superior Cubana en el escenario actual del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 371-381.

Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 96-112.

MacLeod, M., & Nagatsu, M. (2018). What does interdisciplinarity look like in practice? Mapping interdisciplinarity and its limits in the environmental sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 67, 74-84.

Mamadou Toure, B., González Suárez, E., Curbelo Sánchez A., Peralta Suárez, L.M., & Miño Valdés, J.E. (2017). Herramientas de investigación para incrementar el impacto de la ciencia en la industria química. *Revista Científica de la UCSA*, 4(2), 58-67.

Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics-interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 50(4), 489-494.

Núñez, J. (1999). La ciencia y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Félix Varela.

Plá León, R. (2009). Teoría del conocimiento: en Filosofía Marxista I. Editorial Universitaria Félix Varela.

Pyt'ev, Y. P. (2018). Mathematical Methods of Subjective Modeling in Scientific Research: I. The Mathematical and Empirical Basis. *Moscow University physics Bulletin*, 73, 1–16.

Rudd, D.F., & Watson, C.C. (1968). *Strategy of Process Engineering*. John Wiley.

Voronkova, O. Y., Zadimidchenko, A. M., Goloshchapova, L. V., Polyakova, A. G., Kamolov, S. G., & Akhmetshin, E. M. (2018). Economic and mathematical modeling of regional industrial processes. *European Research Studies Journal*, 21(4), 268-279.