

Characterization and process of building the Multidisciplinary Knowledge Base necessary for the development of technological projects

Roberto GIORDANO LERENA^{1,2} ; Armando FERNÁNDEZ GUILLERMET³ .

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad FASTA, Argentina, rogiord@ufasta.edu.ar

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, rogiord@fi.mdp.edu.ar

³ Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, a.f.guillermet@gmail.com

Abstract – *This article reflects on the role of theory in a knowledge generation process that is not usually addressed in the classic literature on Research Methodology: technology development. It combines a conceptual approach with an example corresponding to a technology development project carried out by the authors. It analyzes the Multidisciplinary Knowledge Base necessary for this type of process, distinguishing two components within it: the Framework, which includes generic and global concepts, in the public domain and available a priori; and the Local Theory, which is not known a priori but must be constructed. Local Theory has a "local" character in the sense of its close political, economic, social, cultural, idiosyncratic, and environmental connection to the context in which technological development takes place; and it is dynamic: it evolves through reconstructions and reinterpretations during the development process. The process of constructing Local Theory is also analyzed, highlighting its iterative nature and the link it establishes between this theory, the developing technology, and its validation, finally resorting to a case study. In conclusion, just as scientific research involves the construction of theory, the process of technological development also entails the construction of a specific form of theory tailored to the "local" reality, called "Local Theory," which arises from a situated reflective activity. This article is an expansion of the author's lecture at the 2025 IEEE Engineering Education World Conference (EDUNINE).*

Key Words - *Technology development; Technology development methodology; Technological development projects with social impact; Local theory; Science and technology.*

Caracterización y proceso de construcción de la Base Multidisciplinaria de Conocimientos necesaria para el desarrollo de proyectos tecnológicos

Roberto GIORDANO LERENA^{1,2} ; Armando FERNÁNDEZ GUILLERMET³ 

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad FASTA, Argentina, rogord@ufasta.edu.ar

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, rogord@fi.mdp.edu.ar

³ Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, a.f.guillermet@gmail.com

Resumen -

Este artículo reflexiona sobre el rol de la teoría en un proceso de generación de conocimientos que no suele tratarse en la literatura clásica sobre Metodología de la Investigación: el desarrollo de tecnología. Combina una aproximación conceptual con una ejemplificación correspondiente a un proyecto de desarrollo de tecnología que llevan adelante los autores. Analiza la Base Multidisciplinaria de Conocimientos necesaria para este tipo de procesos, distinguiendo en ella dos componentes: el Marco de Referencia, que incluye conceptos de carácter genérico y global, de dominio público, disponibles a priori, y la Teoría Local, que no es conocida a priori sino que debe ser construida, ostenta un carácter “local” en el sentido de su estrecha vinculación política, económica, social, cultural, idiosincrática y ambiental con el escenario en que tiene lugar el desarrollo de tecnología; y es dinámica: va evolucionando a través de reconstrucciones y reinterpretaciones durante el proceso de desarrollo. Se analiza también el proceso de construcción de la Teoría Local, destacándose el carácter iterativo del mismo, y la vinculación que establece entre dicha teoría, la tecnología en desarrollo y la validación de la misma, recurriendo finalmente a un caso de ejemplo. Concluyendo, así como la investigación científica implica la construcción de teoría, el proceso de desarrollo de tecnología supone también la construcción de una forma específica de teoría ajustada a la realidad “local”, denominada “Teoría Local”, que surge de una actividad reflexiva situada. Este artículo es una ampliación de la conferencia del autor en el 2025 IEEE Engineering Education World Conference (EDUNINE).

Palabras clave - Desarrollo de tecnología; Metodología de desarrollo tecnológico; Proyectos de desarrollo tecnológico con impacto social; Teoría local; Ciencia y tecnología;

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades de búsqueda metódica, análisis y reflexión que tienen por objeto la generación de nuevos conocimientos (científicos o tecnológicos) históricamente englobadas en la categoría de “investigación” (I), han dado lugar a un campo amplio que incluye otras categorías altamente relacionadas con la primera, a saber, el “desarrollo” (D) y la “innovación” (i). En general, suele aceptarse que la segunda categoría involucra “la aplicación de los resultados de la investigación o la adaptación de cualquier conocimiento científico o tecnológico”, para “la fabricación de nuevos materiales, productos o el diseño de nuevos servicios, procesos o sistemas de producción”, o “la mejora sustancial de

materiales, productos, servicios, procesos o sistemas de producción ya existentes” [1]. Por otra parte, la tercera categoría alude al “conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan llevar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados” [2].

Atendiendo a que en los tres tipos de actividades está involucrada la generación de (una o más clases de) conocimientos, es posible concebirlas como procesos. Así, por ejemplo, se ha propuesto que la combinación I+D puede ser considerada como “una de las actividades determinantes del proceso de innovación, siendo utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase hasta su culminación” [2].

El presente estudio se concentra en las características de otro proceso de generación de innovaciones de carácter cognitivo: el proceso de desarrollo de una nueva tecnología. Específicamente, el tema central de este trabajo es el rol que, en dicho proceso desempeña (o puede desempeñar) la construcción de teoría. A modo de punto de partida para la presente indagación, en la Sección II se aborda sinópticamente la concepción del lugar de la teoría que se encuentra en obras clásicas sobre metodología de la investigación. Posteriormente, el trabajo se concentra en el lugar de la construcción de teoría en el proceso de desarrollo de una tecnología. A tal fin se analiza, en la Sección III, la integración de una Base Multidisciplinaria de Conocimientos (BMC), destacando la necesidad de una construcción teórica con características específicas, a la cual se refiere como “Teoría Local”. También se estudia el carácter iterativo de la relación entre la Teoría Local y la tecnología en desarrollo. En la Sección IV se ilustra la presente propuesta con una referencia al proceso de desarrollo de una tecnología para evaluación ex post de proyectos de desarrollo tecnológico y social (PDTs). El presente estudio culmina en la Sección V con unas breves consideraciones finales.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

Tradicionalmente, la teoría es concebida como “un producto” de la investigación y/o como “un elemento” de la metodología de esta.

En la primera concepción, ejemplificada en el desarrollo de teorías clásicas en el área de las Ciencias Exactas y Naturales o las Ciencias Humanas y Sociales, el objetivo de la investigación es la elaboración de un conjunto de constructos (conceptos) interrelacionados, definiciones y proposiciones que presentan una visión sistemática de los fenómenos (o entidades) al especificar relaciones entre variables, con el propósito de explicar los fenómenos (o entidades) [3]. Idealmente, una teoría puede concebirse como un sistema lógico, hipotético-deductivo, que se establece a partir de observaciones, axiomas y postulados que se articulan consistentemente y sirven de base para explicar determinado fenómeno, fenomenología o parte de la realidad. En el área de Ciencias Sociales, por ejemplo, la teoría puede involucrar una visión de la sociedad, del lugar que las personas ocupan en ella y las características que asumen las relaciones entre el todo y las partes. En otras palabras, la teoría es el producto que genera la investigación a partir de un examen crítico, exhaustivo y sistemático de situaciones, eventos, entidades, procesos, experiencias y expectativas.

En la segunda concepción, la teoría tiene un rol clave en el proceso de investigación, con independencia de sus objetivos explicativos: en esta perspectiva, hacer investigación científica es contribuir a la construcción de teoría, formulando objetivos que estén sustentados en la teoría y analizando sus resultados de manera tal que contribuyan a profundizar la comprensión teórica de los problemas estudiados [4]. Concretamente, esta concepción alude a la elaboración del constructo clave en el proceso de investigación tradicionalmente designado como “Marco Teórico” (MT). Se trata de un corpus de conceptos de diferentes niveles de abstracción articulados entre sí, que orientan la forma de aprehender la realidad: constituye la trama de las relaciones esenciales que en un plano más genérico no solo condiciona, sino que caracteriza y orienta la formulación del problema y coadyuva a esclarecerlo [5].

A tales fines, el MT incluye supuestos de carácter general, y la teoría sustantiva o conceptos específicos sobre el tema que se pretende analizar [4]. Reúne teorías, conceptos y antecedentes que ayudan, en primer lugar, a la construcción del objeto de estudio: una elaboración conceptual, abstracta, que representa el fragmento de realidad que interesa comprender [6]. Esta construcción implica la determinación precisa de los sujetos, procesos, escenarios y temporalidades a estudiar, enmarcados en relaciones teóricas y metodológicas específicas [7]. También se incluyen en el MT aquellos contenidos que explican, contextualizan y desarrollan las diversas categorías y sus relaciones que, una vez llevadas a sus expresiones observables, guiarán el estudio del objeto construido, o sea, de la porción de la realidad que se investiga.

En síntesis, el MT permite: (i) comprender y encuadrar la investigación; (ii) determinar los rasgos innovadores de la misma; y, (iii) fundamentar la elección metodológica, conceptual e instrumental para realizar la investigación.

III. EL CONOCIMIENTO EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA

Hasta aquí se ha referido brevemente a concepciones clásicas usualmente aceptadas para analizar la metodología de la investigación científica. En lo que sigue se presenta, analiza y caracteriza una concepción alternativa al MT, propia y pertinentemente ajustada a un proceso de desarrollo de tecnología, que llamaremos Base Multidisciplinaria de Conocimientos (BMC) en tanto, más que un marco (dado que no acota o circunscribe), constituye una base o plataforma conceptual que reúne conocimientos de diversas disciplinas articulados entre sí sobre la cual se desarrolla la tecnología. En esta concepción, objetivo central del presente estudio, se distinguen dos componentes complementarios: el Marco de Referencia y la Teoría Local, que se definen a continuación y se analizan sus relaciones.

III.1 Elementos de la Base Multidisciplinaria de Conocimientos

En general, el Marco de Referencia (MR) de un proyecto de desarrollo de tecnología consta de una serie de cuestiones y conceptos que constituyen el primer entramado conceptual general a considerar en el proceso, en la búsqueda de sustento conceptual para el mismo. Incluye conceptos de dominio público, algunos de los cuales pueden originarse en la normativa pertinente. Este conocimiento, de disponibilidad a priori, “está en la biblioteca” a disposición de todos/as y tiene, por lo tanto, un carácter genérico y global, ajeno a las especificidades de la realidad local y a las particularidades de la perspectiva o modo de conceptualización de quien investiga. Se trata, por lo tanto, de un conocimiento que no se modifica sustancialmente a lo largo del proceso de desarrollo tecnológico en cuestión. En tal sentido puede decirse que su carácter es “estático”.

En algunos casos, el MR incluye la totalidad del conocimiento inicial que se necesita para el desarrollo de la tecnología, es decir, constituye la totalidad de la BMC del proyecto. Sin embargo, en el caso más general es preciso construir una forma específica de teoría para complementar al MR. Se trata de construir un conjunto “dinámico” de elementos interrelacionados de carácter teórico y empírico: un entramado conceptual que, sumándose al MR, aporta anclaje y solidez al proceso de desarrollo tecnológico.

La construcción de dicho complemento teórico del MR tiene, en general, dos características clave. La primera característica es su recursividad: se trata de un proceso dialéctico, iterativo, una suerte de “viaje de idas y vueltas” constantes en el que el estudio de las fuentes teóricas identificadas ayuda a construir el objeto de estudio, y a medida que éste se clarifica, a cribar los conceptos, categorías y sistemas conceptuales a partir de los cuales se analizará la porción de la realidad seleccionada [8]. Este proceso iterativo se extiende hasta la última etapa del proceso. El resultado final es que la teoría construida determina la tecnología a

desarrollar y esta retroalimenta y modifica iterativamente a la teoría.

La segunda característica clave de esta complementación teórica del MR es que puede considerarse el resultado de una “reflexión situada” acerca del objeto de estudio. Claramente, las alusiones a una reflexión sobre el objeto de estudio están presentes en la literatura clásica sobre metodología de la investigación. Así, por ejemplo, Dalle, Boniolo, Sautu y Elbert consideran que la reflexión teórica sobre el objeto de estudio, “nos abre el mundo de la imaginación [...] porque contribuye a que pensemos con mayor profundidad los problemas, nos da ideas y, en esa reflexión teórica, se produce una transformación de entidades empíricas a conceptos abstractos que los contienen” [4]. En particular, la actividad reflexiva situada que tiene lugar en el proceso de desarrollo de tecnología abre la posibilidad de complementar el MR con elementos teóricos que tienen su origen en situaciones, eventos, entidades, procesos, experiencias y expectativas propias de los sujetos y del contexto en que actúan. En lo que sigue se analiza cómo este tipo de reflexión otorga “localidad” a la BMC necesaria para llevar adelante el proceso de desarrollo de tecnología.

III.2 “Dimensión local” del Conocimiento

La reflexión teórica situada a la cual se ha referido en la subsección previa abre la posibilidad de incorporar experiencias y expectativas que complementan el MR con elementos anclados en lo que, de un modo amplio, se denominará la “dimensión local”. Esta “dimensión local” de la BMC presenta características que difieren crucialmente de las que se enumeraron al describir el MR: (i) no es conocida a priori: debe ser descubierta, estructurada y formalizada; en otras palabras, debe ser construida; (ii) no presenta carácter universal, sino fuertemente “local”, en el sentido de su estrecha vinculación política, económica, social, cultural, idiosincrática, ambiental, etc. con el escenario en que tiene lugar el proceso de desarrollo; y, (iii) no es estática: va evolucionando a través de reconstrucciones y reinterpretaciones durante el proceso de desarrollo. Por tal razón, la condición de “local” de la teoría construida la ubica en un nivel conceptual diferente del que corresponde al marco bibliográfico general que respalda la investigación y demás elementos del MR.

Cuando se desarrolla tecnología, la incorporación de una “dimensión (teórica) local” complementaria del MR es imprescindible, dado que es la determinante de un proyecto que pretende ser implantado con éxito en la realidad y la cultura local. Dicha incorporación es el resultado de una construcción que involucra el examen crítico, exhaustivo y sistemático de los elementos “locales” constitutivos de la realidad. En particular, la realidad local determina las necesidades, urgencias y demandas sociales y la cultura local establece pautas sociales que hacen a las posibilidades de lograr una respuesta tecnológica a demandas específicas. Este proceso interactivo-dialógico destinado a “hacer lugar en la teoría” a las características del escenario local del problema a

resolver, permite sintetizar perspectivas, experiencias, datos empíricos, normativa, aspectos culturales e idiosincráticos y expectativas políticas en un entramado conceptual que sostiene y da sentido a la tecnología desarrollada. Este entramado constituye, ciertamente, “conocimiento local”.

Hasta aquí, se ha presentado la idea de que, por una parte, la BMC necesaria en un proceso de desarrollo de tecnología es una infraestructura conceptual situada en el contexto que complementa y amplía el MR y, por otra parte, que dicho complemento atiende la necesidad de una “dimensión local”. Dicha propuesta se amplía y ejemplifica en las subsiguientes secciones del trabajo, como se detalla a continuación. En el apartado siguiente se consideran brevemente otros alcances y aplicaciones del concepto de “dimensión local”, en particular, en el ámbito de la innovación. Posteriormente, considerando que el trabajo teórico involucrado en el reconocimiento de la “dimensión local” constituye un complemento significativo al MR, y un aporte imprescindible a la BMC, se propone referir al resultado de dicho trabajo teórico utilizando la expresión “Teoría Local” y se ofrece una sinopsis conceptual del mecanismo de construcción de esta. Luego se analiza un caso de estudio como ejemplo de la necesidad de construcción de una Teoría Local involucrada en el desarrollo de una tecnología específica.

III.3 “Localidad” y “dimensión local”: alcances y aplicaciones

Para comenzar, cabe destacar que la característica de “localidad” alcanza también a los actores sociales involucrados en el problema a resolver, quienes con su conocimiento condicionan las posibilidades de innovar para dar respuesta al problema planteado: “Actores distintos tienen tipos diferentes de conocimiento valiosos pero que pueden o no ser tenidos en cuenta. Se aprende desde lo que se sabe, y los aprendizajes en general expanden las capacidades para desempeñarse como agentes. La concepción de la innovación como proceso distribuido e interactivo recuerda que hay que prestar atención a lo que se puede hacer en variados ámbitos y a partir de la combinación de aportes diversos.” [9]. En otras palabras, la “dimensión local” es relevante también al considerar los procesos interactivos de aprendizaje, en los cuales los actores sociales involucrados pueden aprender de los demás en la búsqueda conjunta de soluciones.

La dimensión “local” implica también que, en un mismo lugar, pero en diferentes momentos, la complementación teórica del MR puede ser diferente para resolver el mismo problema. Ejemplos de esto son muy comunes en países latinoamericanos donde la alternancia de políticas proteccionistas y aperturistas reconfiguran cíclicamente el espacio del problema a resolver con el tiempo (sobre todo en el ámbito industrial). En este sentido, la condición de país periférico y en desarrollo de la Argentina determina también un escenario particular que exige a la “dimensión local” tener en cuenta “tiempo y lugar”. Al respecto, Judith Sutz ha enfatizado la necesidad de analizar los entornos y sistemas científico-tecnológicos y de innovación de los países y

regiones de América Latina con una pertinente y ajustada “mirada desde el sur”. Su propuesta, que en los términos del presente análisis podría traducirse en la necesidad de una “dimensión local”, tiene en cuenta, específicamente, que las interacciones de carácter “local” entre los actores sociales involucrados condicionan la capacidad de coproducir conocimiento para responder a las necesidades de la sociedad.

Otro ejemplo de la relevancia del concepto de “localidad” se encuentra al comparar la fundamentación del Manual de Bogotá [10], sobre innovación, en relación con los ya conocidos manuales de Frascati [2] y de Oslo [11]. El Manual de Bogotá [10] surge para remediar las limitaciones de los manuales de Frascati [2] y de Oslo [11] para medir la innovación en los países de desarrollo, que aparecen a la hora de considerar las particularidades de América Latina (otras idiosincrasias, otras realidades tecnológicas etc.) que no forman parte de las premisas de los manuales europeos. El objetivo es “dotar de una herramienta propia de mejor aproximación para las especificidades de nuestra región y acorde a los procesos de nuestros países” [12]. Análogamente a lo expresado previamente, sería posible considerar a los manuales de Frascati [2] y de Oslo [11] como integrantes de un MR adoptado globalmente para medir la innovación, en tanto el Manual de Bogotá [10] representaría el resultado de incorporar a dicho MR una “dimensión local”, de un modo coherente con las directrices que garantizan la comparabilidad internacional de los indicadores.

Extendiendo la analogía conceptual, sería posible considerar que el propio concepto de innovación es redefinido en el Manual de Bogotá [10], a partir de la incorporación de una “dimensión local” para América Latina. Efectivamente, este manual propone reconocer como innovaciones también los casos en que, por ejemplo, un producto incluye tecnología existente pero con otro uso, o cuando se mejoran los productos existentes para lograr un mejor desempeño o un costo menor [13]. Ambas ampliaciones resultan de particular relevancia para valorar la innovación en nuestra región.

III.4 La construcción de una “Teoría Local”

El proceso de construcción de la Teoría Local (TL), a partir de la exploración documental y su análisis crítico, supone incorporar al marco conceptual diversos componentes que van descubriéndose en el análisis de la realidad y que se van sumando “como piezas de un rompecabezas”. El proceso de armado de este rompecabezas contribuye a la conceptualización del problema, del escenario donde el problema ocurre y sobre la solución pretendida. En este proceso iterativo, cada componente que se incorpora a la TL va influyendo sobre las características de la tecnología a desarrollar (en tanto condiciona qué hace la tecnología y cómo lo hace) para dar respuesta efectiva a un problema y logrando el impacto social deseado.

El proceso iterativo puede hasta crear nuevos requerimientos no explicitados al momento de concebir la tecnología necesaria para resolver el problema en cuestión. Al avanzar desde la TL al desarrollo de la tecnología, pueden

surgir nuevos componentes, o nuevas características de sus componentes, que obligan a su revisión, ajuste y hasta su descubrimiento, formalización e incorporación. Este proceso puede concebirse como un circuito interactivo que involucra retroalimentación de carácter bidireccional entre tres instancias: (i) la construcción de la TL; (ii) el desarrollo de la tecnología; y, (iii) su proceso de validación. Un circuito de retroalimentación con estas características involucra instancias de determinación (“hacia adelante”) y de revisión y conciliación (“hacia atrás”) entre las instancias mencionadas, con el fin de lograr la consistencia entre (i) y (ii). De este modo se aumentan las posibilidades de que la tecnología desarrollada-validada brinde una efectiva solución al problema planteado.

IV. CASO DE ESTUDIO

IV.1 Planteo del problema

El Proyecto de Desarrollo Tecnológico Social (PDTs) es la unidad de reconocimiento de la actividad de desarrollo tecnológico con impacto social en el Sistema Científico Tecnológico Nacional (SCTN) de la República Argentina. Es una tipología de proyectos de desarrollo tecnológico con pretendido impacto en la sociedad y que satisfacen una serie de condiciones formales [14, 15]. Con la implementación del PDTs, el SCTN de la Argentina incorpora criterios de acreditación a priori de tal tipo de proyectos en función de su aporte a la resolución de problemas, necesidades o demandas identificables en la sociedad y/o expresadas por los agentes sociales en la esfera de la política, el mercado, el territorio, la cultura o la estructura social. El PDTs involucra también una redefinición del concepto de originalidad atendiendo a una contextualización en la realidad regional.

Sin embargo, luego de más de 13 años de creada esta tipología de proyectos, no se cuenta con un modo formal de evaluarlos una vez concluidos, lo que constituye una debilidad para el sistema. En efecto, el PDTs presupone un desarrollo tecnológico con impacto efectivo que, hasta el momento, la no es posible demostrarse objetiva y fehacientemente. Se hace necesario, entonces, contar con una tecnología evaluativa para este tipo de actividades de desarrollo tecnológico con impacto social. Este problema motivó la formulación y desarrollo de un proyecto que pretende aportar a la fundamentación, diseño y validación de una tecnología evaluativa pertinente para el esquema de promoción de la actividad científico-tecnológica inaugurado con la introducción del concepto de PDTs. A continuación se consideran sucintamente los elementos clave del desarrollo de esta tecnología específica, a la cual se referirá en lo que sigue como “Sistema de Evaluación”.

IV.2 Reconocimiento de la “Dimensión local”

En el caso del PDTs su definición como tipología de proyectos y su alcance formal se restringen exclusivamente a los límites del país. Existe, sin duda un MR público, que pone su foco en los aspectos normativos, los cuales se concentran en las cuestiones instrumentales, tanto para la definición

técnica del PDTS como para el proceso de acreditación previsto. En otras palabras, el MR contempla solamente la finalidad técnica del instrumento, atendiendo así sólo al problema del reconocimiento del carácter de PDTS del proyecto presentado.

Por otra parte, en tanto producto intelectual del campo científico tecnológico propio de la Argentina, el PDTS cumple, en realidad, con dos finalidades en el ámbito nacional, a saber, una finalidad técnica (reconocimiento de cierto tipo de aportes cognitivos) y otra política (desarrollo del SCTN). Dichas finalidades le imponen al PDTS una “dimensión local”. Además, el PDTS constituye una tipología de proyectos donde, como establece el MR, la originalidad o novedad cognitiva “debe ser matizada a la luz de las condiciones locales en que se desenvuelve el desarrollo tecnológico local”. Esto implica que se incorpora, como criterio determinante de la originalidad, el sentido (o “dimensión”) de “localidad”. Adicionalmente, para garantizar las posibilidades de adopción de la tecnología desarrollada, se debe recurrir y contemplar saberes locales propios de los actores intervinientes.

En síntesis, las características enumeradas hacen que una condición necesaria para el éxito de la tecnología desarrollada y adoptada sea la debida atención a la “dimensión local” de la BMC construida para concretar los objetivos del PDTS.

IV.3 La Teoría Local

Para fundamentar el desarrollo de la tecnología evaluativa, se elaboró una TL que permita caracterizar esta tipología de proyectos, el escenario local en que éstos se desarrollan, sus finalidades y condiciones locales para la evaluación, las experiencias y expectativas también “locales”. A tal fin se consideraron tres niveles de pertinencia, concebidos como anillos concéntricos de desarrollo de conocimiento. En primer lugar, en el centro, el PDTS propiamente dicho. En segundo lugar, como contexto inmediato al PDTS, el SCTN y el sector en el que pretende impactar el PDTS. Por último, el contexto local donde tanto el SCTN como el PDTS se desarrollan. De esta manera se abordó el PDTS como un instrumento del SCTN en un momento y contexto determinado que debe ser evaluado de acuerdo con sus características particulares. De acuerdo con estas condiciones, la TL desarrollada debió prestar atención a cuestiones tales como: (i) las finalidades del PDTS; (ii) los actores y relaciones en un nuevo paradigma de producción de conocimiento; (iii) el carácter del PDTS como instrumento incompleto y la escasa adopción del instrumento; (iv) el PDTS como impulsor de micro ecosistemas de innovación local; (v) la doble instancia de evaluación ex ante del PDTS; (vi) la necesidad de un Sistema de Evaluación ex post para el PDTS; (vii) las exigencias de la evaluación; (viii) la doble instancia de evaluación ex post del PDTS; y, (ix) la evaluación por “comunidad extendida de pares”. Estas cuestiones específicas han sido analizadas en profundidad en diversas publicaciones [16, 17, 18, 19] y no serán reiteradas aquí.

Los elementos mencionados conforman el escenario en el que la tecnología se ha desarrollado, los cuales le dan consistencia a la misma y la hacen efectiva en la “localidad” en que el PDTS opera. Sin considerar estos elementos de la TL, la tecnología evaluativa podría haberse limitado a resolver un análisis ex post de los criterios formales determinantes del PDTS, similar al que se realiza ex ante en el ámbito de las comisiones de acreditación. En tal caso se habría reducido la evaluación a una versión estrictamente técnica y exclusivamente limitada a dar una respuesta parcial al problema del reconocimiento desde el punto de vista de la entidad del PDTS, pero desconociendo sus características distintivas con impacto en los procesos de construcción de conocimiento, su condición de instrumento del SCTN y su finalidad política en el fortalecimiento de este último sistema. En definitiva, se habría desarrollado una tecnología limitada y con pocas chances de dar efectiva respuesta al problema.

IV.4 El Sistema de Evaluación

La tecnología evaluativa desarrollada propone un proceso de evaluación innovador que: (i) está basado en dimensiones no consideradas hasta el momento; (ii) es consistente con la TL específica y el MR general; (iii) incluye procedimientos rigurosos, transparentes y públicos; y, (iv) pone el foco en los atributos de calidad y pertinencia que establece la Ley Nacional No 25467 para la evaluación en el marco del SCTN en Argentina. Concretamente, el sistema de evaluación ex post para esta tipología de proyectos involucra la articulación de dos instancias; a saber, la “Instancia de la Entidad” y la “Instancia del Propósito”, cada una de las cuales aborda dimensiones temáticas que se especifican mediante indicadores. Estos indicadores se evalúan y, mediante un algoritmo de puntuación, califican a las dimensiones e instancias y, en definitiva, al PDTS en cuestión. Tales dimensiones e indicadores son postulados que tienen cada uno su fundamento en el MR y en la TL desarrollada: la complementan, satisfacen y guardan relación con aspectos propios de la misma. En particular, las dos instancias de evaluación (Entidad y Propósito) se corresponden con las dos instancias de evaluación ex ante, que involucran acreditación por parte del MinCyT y evaluación previa en la institución ejecutora. También responden a la finalidad técnica instrumento PDTS (reconocimiento de cierto tipo de aportes cognitivos) y la finalidad política (desarrollo del SCTN).

Específicamente, las dimensiones definidas en la Instancia de la Entidad son determinadas fundamentalmente por los documentos que constituyen el MR propio de los PDTS y determinan los criterios condicionantes para su entidad como tal, con algunos indicadores generales que se incorporan, en tanto son propios de todo instrumento del SCTN.

Las dimensiones definidas en la Instancia del Propósito son determinadas por elementos que constituyen la TL específica desarrollada para el PDTS, las cuales determinan las expectativas del proyecto propiamente dicho y su sentido

términos políticos, considerando, además, el contexto en que se desarrolla el proyecto.

En la Instancia de la Entidad del sistema propuesto se articulan los siguientes elementos: Dimensiones, Indicadores, Nivel de Cumplimiento, Coeficiente de Calificación y Fundamentación, según las siguientes definiciones:

Dimensiones: son los aspectos generales para considerar en una evaluación ex post de PDTs.

Indicadores: son las propiedades o condiciones para evaluar una Dimensión en el proceso de evaluación ex post de PDTs. Se dividen en “Determinantes” y “No Determinantes”.

Nivel de Cumplimiento: es la medida en la que el proyecto cumple un indicador. El nivel de cumplimiento es uno de tres posibles: Cumple / Cumple Parcial / No Cumple.

Coeficiente de Calificación: es el valor numérico asignado a cada nivel de cumplimiento. Se propone que en la Instancia de la Entidad, el coeficiente se determine como sigue: Cumple=1 punto / Cumple Parcialmente=0,5 puntos / No Cumple=0 puntos.

Fundamentación: es el argumento, prueba documentada o elemento de respaldo del nivel de cumplimiento de un Indicador.

A efectos de concluir si el proyecto desarrollado fue efectivamente un PDTs, la evaluación ex post de este prevé, en primer lugar, una Instancia de la Entidad, que pretende verificar el nivel de cumplimiento de una serie de Indicadores, Determinantes y No Determinantes, presentando siempre una Fundamentación que respalde el nivel de cumplimiento consignado.

Para la Instancia de la Entidad se proponen 12 indicadores: 8 Indicadores Determinantes y 4 No Determinantes. Los 12 indicadores son de respuesta obligatoria.

La entidad de PDTs del proyecto se alcanza cuando los 8 Indicadores Determinantes tienen valores Cumple o Cumple Parcialmente. Si el proyecto No Cumple con alguno de los 8 Indicadores Determinantes, entonces, no se trata de un PDTs.

Con este esquema de puntuación, el proyecto puede alcanzar los 12 puntos como máximo. Para ser considerado PDTs, los 8 Indicadores Determinantes deben contar, todos, con, al menos, la calificación de Cumple Parcialmente, lo que lo llevaría a totalizar un mínimo de 4 puntos.

En el intervalo numérico que existe entre los 4 puntos (mínima calificación) y los 12 puntos (máxima calificación) se pondera el nivel de cumplimiento general de la entidad de PDTs del proyecto, tanto desde un punto de vista formal como conceptual en el contexto del SCTN.

Las Dimensiones e Indicadores de la Instancia de la Entidad son:

DIMENSIÓN 1: AVANCE COGNITIVO

Indicador 1 (D)¹: ¿Hubo producción de conocimiento en el desarrollo del proyecto?

Indicador 2 (ND)²: ¿Hubo publicaciones o evidencias formales documentadas de haber producido y compartido conocimiento?

DIMENSIÓN 2: NOVEDAD LOCAL

Indicador 3 (D): ¿Hubo originalidad a nivel local en la solución desarrollada?

DIMENSIÓN 3: RELEVANCIA

Indicador 4 (D): ¿La solución desarrollada es relevante para el adoptante?

Indicador 5 (ND): ¿La solución desarrollada es relevante para el sector local del adoptante?

DIMENSIÓN 4: PERTINENCIA

Indicador 6 (D): ¿Se logró resolver, efectivamente, un problema de carácter práctico?

Indicador 7 (D): ¿Hubo consistencia entre el problema resuelto y el problema propuesto?

DIMENSIÓN 5: DEMANDA

Indicador 8 (D): ¿Hubo participación comprometida del demandante en el proyecto?

Indicador 9 (D): ¿Hubo participación comprometida del adoptante en el proyecto?

DIMENSIÓN 6: IMPACTO ESPERADO

Indicador 10 (D): ¿La solución desarrollada cuenta con la conformidad del demandante?

Indicador 11 (ND): ¿Hubo mejora en los indicadores propios del adoptante?

Indicador 12 (ND): ¿El proceso de desarrollo de la solución contribuyó a la formación-capacitación de recursos humanos en la temática?

En la Instancia del Propósito del sistema propuesto se articulan los siguientes elementos: Dimensiones, Indicadores, Grado de Satisfacción, Coeficiente de Calificación y Fundamentación, según las siguientes definiciones:

Dimensiones: son los aspectos generales para considerar en una evaluación ex post de PDTs.

Indicadores: son las propiedades o condiciones para evaluar una Dimensión en el proceso de evaluación ex post de PDTs.

Grado de Satisfacción: es la medida en que se satisface un Indicador. El Grado de Satisfacción se caracteriza con una escala con cinco valores: Nulo / Bajo / Medio / Alto / Muy Alto.

Coeficiente de Calificación: es el valor numérico asignado a cada Grado de Satisfacción. Se propone que en la Instancia del Propósito, el coeficiente se determine como sigue: Nulo=0 puntos / Bajo=1 punto / Medio=2 puntos / Alto=3 puntos / Muy Alto=4 puntos.

Fundamentación: es el argumento, prueba documentada o elemento de respaldo del Grado de Satisfacción de un indicador.

Para esta Instancia del Propósito se proponen 12 Indicadores en las 4 Dimensiones, de calificación obligatoria. Cada Indicador puede calificarse con un Grado de Satisfacción que luego tiene un coeficiente asociado y que varía entre 0 (no

¹ (D): Indicador determinante

² (ND): Indicador no determinante

se satisface el Indicador) y 4 (el Indicador se satisface plenamente). Con este esquema de calificación, el proyecto puede alcanzar los 48 puntos como máximo.

Las Dimensiones e Indicadores de la Instancia del Propósito son:

DIMENSIÓN 1: CALIDAD DEL DESEMPEÑO
Indicador 1: Calidad Técnica de la solución desarrollada.
Indicador 2: Calidad del proceso de desarrollo del Proyecto.

Indicador 3: Calidad de la gestión del Proyecto.
DIMENSIÓN 2: VALORACIÓN SOCIO-ÉTICO-POLÍTICA

Indicador 4: Compromiso ético.
Indicador 5: Compromiso ambiental.
Indicador 6: Compromiso con las demandas sociales.

DIMENSIÓN 3: ALCANCE DEL IMPACTO
Indicador 7: Impacto efectivo en el sector.
Indicador 8: Impacto potencial en el sector.
Indicador 9: Impacto potencial en otros sectores.

Indicador 10: Impacto potencial en Ciencia y Tecnología.
DIMENSIÓN 4: CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO
Indicador 11: Contribución a la política institucional de las unidades ejecutoras.

Indicador 12: Contribución al desarrollo de redes locales/micro ecosistemas de innovación local.

Las figuras 1 y 2 ilustran las dimensiones consideradas en cada instancia de evaluación en el sistema propuesto.



Figura 1: Dimensiones de la Instancia de la Entidad
Fuente: Elaboración del autor

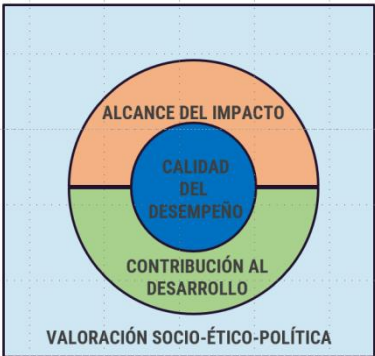


Figura 2: Dimensiones de la Instancia del Propósito
Fuente: Elaboración del autor

Asimismo, la perspectiva de los diversos actores que intervienen en el proceso de co-construcción y la importancia

de considerar en la evaluación la opinión de quienes demandaron una solución efectiva a un problema de orden práctico, encuentran en la “comunidad extendida de pares” una propuesta que satisface un esquema pluridimensional que incluye la auto-evaluación, la co-evaluación y la evaluación externa. Este esquema responde, de esta manera, a las exigencias del marco conceptual y normativo que da origen y sentido al instrumento PDTs.

En síntesis, tal como se indicó previamente, existe una relación de determinación entre los aspectos observados, los postulados en la TL y los elementos que conforman el Sistema de Evaluación desarrollado. Los indicadores, en definitiva, son variables para/de una teoría que, articulados en instancias y dimensiones que conforman la tecnología, son determinados por la TL y, a su vez, la sostienen. Claramente, si no se explicita la teoría subyacente o fundante, los indicadores en particular y la tecnología en general devienen constructos abstractos y pierden significación. Por otro lado, si la teoría no encuentra o define indicadores articulados que la concreten, se hace inaplicable y no puede dar respuesta a la problemática planteada. De esta manera, al ofrecer una respuesta práctica al problema planteado, el Sistema de Evaluación propuesto corrobora la aplicabilidad de la TL en cuyo marco se construyó.

V. DISCUSIÓN

La propuesta clave de trabajo es que el escenario conceptual para el desarrollo de una tecnología supone un Marco de Referencia conocido y la construcción de una Teoría Local ad hoc que incorpore la “dimensión local”, estableciendo la consistencia entre la tecnología y el sentido/motivación de su desarrollo. Esta “dimensión local”, hace que, en particular, una tecnología de evaluación de proyectos no sea la misma en un país que en otro. En el caso específico del Proyecto de Desarrollo Tecnológico Social instaurado en Argentina, la definición técnica y el sentido del proyecto como instrumento del Sistema Científico Tecnológico Nacional de dicho país, y demás características de este, hacen necesario atender y desarrollar la “dimensión local” del Marco Teórico mediante la construcción de una Teoría Local. Además, se ha enfatizado que, como parte del proceso de desarrollo que se lleva adelante, es necesario mantener un proceso continuo de retroalimentación mutua entre la Teoría Local y la tecnología buscada, garantizando así una suerte de “condición de sentido” entre ellas. Por último, es necesario validar la tecnología resultante en cuanto a su efectividad para responder concretamente al problema que la originó; es decir, “el propósito” del PDTs, satisfaciendo los requisitos que caracterizan al instrumento: “la entidad” del mismo.

Finalmente, así como se considera tradicionalmente que la investigación científica implica construcción de teoría, el presente estudio sostiene que el proceso de desarrollo de tecnología supone también contribuir a la construcción de teoría. Efectivamente, en dicho proceso: (i) se formulan

objetivos, condicionantes y métodos sustentados en una forma amplia de teoría que está ajustada a la realidad “local”; y, (ii) se desarrollan iterativamente concepciones, perspectivas y soluciones concretas que permiten profundizar la comprensión teórica del problema que motivó el desarrollo de dicha tecnología para tal “localidad”.

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo de una tecnología produce conocimiento nuevo que pone a disposición del mundo. Ese conocimiento nuevo tiene dos formas. Por un lado, el conocimiento propiamente dicho, generado a efectos de ubicar y sostener la tecnología desarrollada. Ese nuevo conocimiento, que articula con un marco de referencia conceptual conocido, tiene, indefectiblemente, requerimientos de localidad, dando lugar a una Teoría Local que garantiza la aplicabilidad de la tecnología en el terreno, en el mundo real local. Por otro lado, la propia tecnología desarrollada es también un aporte intelectual a la sociedad en general, en tanto encierra o materializa elementos de conocimiento lógicamente interrelacionados que se utilizan para explicar procesos relacionados con el objeto de estudio y el problema a resolver.

El desarrollo de tecnología implica la creación de conocimiento original co-producido e integrado a la Teoría Local. La Teoría Local articula tanto aspectos observados como postulados por el autor, y la tecnología desarrollada supone un postulado en sí mismo, que se integra a la Teoría Local, enriqueciéndola conceptualmente, dándole aplicabilidad práctica y fortaleciendo su sentido y consistencia intrínseca.

REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT, Gobierno de Chile). (2008). Conceptos básicos de ciencia, tecnología e innovación. Departamento de Estudios y Planificación Estratégica. Santiago. Chile.
- [2] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2003). Medición de actividades científicas y tecnológicas Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Manual de Frascati 2002. Edición española a cargo de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- [3] Kerlinger, F; Lee, H. (2002). Investigación del comportamiento. 4. ed. McGraw-Hill. Interamericana. Santiago de Chile.
- [4] Dalle, P; Boniolo, P; Sautu, R; Elbert, R. (2005). Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires.
- [5] Guadarrama, P. (2009) Dirección y asesoría de la investigación científica. Magisterio. Bogotá.
- [6] Domínguez, S; Sánchez de Aparicio, G; Sánchez Ruiz, E. (2009). Guía para elaborar una tesis. McGraw-Hill. Interamericana. México.
- [7] Orozco, G; González, R. (2012) Una coartada metodológica. Abordajes cualitativos en la investigación en comunicación, medios y audiencias. México D.F. Productora de Contenidos Culturales. México.
- [8] Gallego Ramos, J. (2022). Marco teórico. Equipo editorial Etecé. Argentina.
- [9] Arocena, R; Sutz, J. (2024). La perspectiva democratizadora en el análisis de los procesos sociales de investigación e innovación. Revista Métodos para el análisis de los procesos de ciencia, tecnología e innovación. Vol. 3. Universidad Nacional de General Sarmiento (Argentina), Universidad Autónoma Metropolitana (México).
- [10] Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). (2001). Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá. RICYT. Bogotá.
- [11] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2018). Directrices propuestas para la recogida e interpretación de los datos sobre innovación tecnológica - Manual de Oslo. OCDE. París.
- [12] Escandón, S; Domínguez, L. (2014). Innovación y su medición en Ecuador; Revista Economía y Política. Vol. 20. Julio-Diciembre 2014.
- [13] Lugones, G. (2000). ¿Manual de Oslo o Manual Latinoamericano? Reflexiones a partir de la Encuesta Argentina sobre Conducta Tecnológica de las Firmas Industriales. Revista Redes. Vol. VII. N° 16. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires.
- [14] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2012). Documento I de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico: Hacia una redefinición de los criterios de evaluación del personal científico y tecnológico. República Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento-i-de-la-comision-asesora-del-mctip.pdf>. Accedido 3 de agosto de 2024.
- [15] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2012). Documento II de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico: Precisiones acerca de la definición y los mecanismos de incorporación de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) al Banco Nacional de Proyectos del MCTIP. República Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento-ii-de-la-comision-asesora-del-mctip.pdf>. Accedido 3 de agosto de 2024.
- [16] Giordano Lerena, R; Fernández Guillermet, A. (2022). “Technological and social development projects as drivers for local innovation micro-ecosystems”. Revista Ingeniería Solidaria. Vol. 18. Nro. 2. Bogotá.
- [17] Giordano Lerena, R; Fernández Guillermet, A. (2023). “Ex post evaluation system of Social Technological Development Projects in Argentina”. Proceedings of the 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. M. M. Larrondo Petrie, and J. Texier (Eds.). Hybrid Edition, 19-21 July 2023, Fundación LACCEI. Bogotá, Colombia.
- [18] Giordano Lerena, R; Fernández Guillermet, A. (2021). Characterization of the space and process of knowledge production in technological development projects with social impact. 2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC). Pág. 36-43. 2021.
- [19] Giordano Lerena, R. (2022). “La ausencia de un sistema de evaluación pertinente y transparente debilita la política de promoción del desarrollo tecnológico con impacto social en Argentina”. Capítulo de Libro “Investigar hoy en la Universidad de mañana”. Editorial Thomson Reuters-Aranzadi. Madrid.