

**Política científica para el fomento de la interdisciplina en México:
la experiencia interdisciplinaria de la Comisión Dictaminadora
del Sistema Nacional de Investigadores ***

**Política científica para a promoção da interdisciplinaridade no México:
a experiência interdisciplinar do Comitê de Revisão
do Sistema Nacional de Pesquisadores**

***Scientific Policy for the Promotion of Interdisciplinary Research
in Mexico: the Interdisciplinary Experience of the Review Committee
of the National System of Researchers***

Juan Carlos Villa Soto  y Norma Blazquez Graf  **

En este texto se analiza el impulso a la investigación interdisciplinaria en México mediante la revisión crítica de uno de los programas nacionales de ciencia y tecnología de las últimas dos décadas. A partir de la identificación de los instrumentos de política científica que fomentan y apoyan de manera explícita el trabajo interdisciplinario, se registra la incorporación reciente de instancias y criterios de evaluación específicos para personal que se dedica a la investigación interdisciplinaria. Se discuten los desafíos que existen para superar la evaluación tradicional disciplinaria centrada en el trabajo individual y la pertenencia a una sola área de conocimiento, frente al perfil de las personas que realizan investigación interdisciplinaria. Se precisan las modalidades de investigación interdisciplinaria que puede evaluar la Comisión Dictaminadora del Área Interdisciplinaria del Sistema Nacional de Investigadores, con base en los trabajos que realizan sus propios integrantes, y se detecta la ausencia de personas expertas en el estudio de problemas sociales conceptualizados como sistemas complejos, los cuales son una clave para investigar problemas de alto impacto social, conforme a la justificación de la creación de dicha área interdisciplinaria.

143

Palabras clave: interdisciplina y evaluación; investigación interdisciplinaria; política científica e interdisciplina

* Recepción del artículo: 22/02/2023. Entrega de la evaluación final: 22/05/2023. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

***Juan Carlos Villa Soto*: técnico académico titular del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo electrónico: visar@unam.mx. *Norma Blazquez Graf*: investigadora titular del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo electrónico: blazquez@unam.mx.

Este texto analisa a promoção da pesquisa interdisciplinar no México através de uma revisão crítica de um dos programas nacionais de ciência e tecnologia das últimas duas décadas. A partir da identificação de instrumentos de política científica que explicitamente promovem e apoiam o trabalho interdisciplinar, registra-se a incorporação recente de instâncias e critérios de avaliação específicos para o pessoal dedicado à pesquisa interdisciplinar. São discutidos os desafios existentes para superar a tradicional avaliação disciplinar voltada para o trabalho individual e pertencente a uma única área do conhecimento, comparada ao perfil de pessoas que realizam pesquisas interdisciplinares. As modalidades de pesquisa interdisciplinar que podem ser avaliadas pelo Comitê Dirigente da Área Interdisciplinar do Sistema Nacional de Pesquisadores são especificadas com base no trabalho realizado por seus próprios membros. Detecta-se a ausência de especialistas no estudo de problemas sociais conceituados como sistemas complexos que são fundamentais para investigar problemas de alto impacto social, segundo a justificativa para a criação da referida área interdisciplinar.

Palavras-chave: interdisciplinaridade e avaliação; pesquisa interdisciplinar; política científica e interdisciplinaridade

This paper analyzes the promotion of interdisciplinary research in Mexico through a critical review of one of the national science and technology programs of the last two decades. Starting from the identification of scientific policy instruments that explicitly promote and support interdisciplinary work, the recent incorporation of instances and specific evaluation criteria for personnel dedicated to interdisciplinary research is recorded. The challenges that exist to overcome the traditional disciplinary evaluation focused on individual work and belonging to a single area of knowledge, compared to the profile of people who carry out interdisciplinary research, are discussed. The modalities of interdisciplinary research that can be evaluated by the Evaluation Committee of the Interdisciplinary Area of the National System of Researchers are specified based on the work carried out by its own members. The absence of experts in the study of social problems conceptualized as complex systems, which are key to investigate problems of high social impact, according to the justification for the creation of the Interdisciplinary Area, is detected.

Keywords: interdisciplinary and evaluation; interdisciplinary research; science policy and interdisciplinary

Introducción

El trabajo que a continuación se presenta es parte de una línea de investigación más amplia en el marco de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, también denominados estudios sobre ciencia, tecnología, y sociedad (CTS), relativos a las políticas de ciencia, tecnología e innovación orientadas al desarrollo de la investigación y la formación interdisciplinarias en México. Este tema cobra especial relevancia ante los cambios en las perspectivas de estos estudios en materia de política científica y tecnológica en Latinoamérica, que han pasado de estudiar, desde los enfoques del sistema nacional de innovación, la importancia de la innovación tecnológica en el aumento de la industrialización y el crecimiento económico (Loray, 2017) y examinar el rol que debería asumir la ciencia y la tecnología en el contexto social abarcando temas como la inclusión social en un contexto global (Dutrénit y Sutz, 2013; Viales, Sáenz y Garita, 2021) al abordaje de los modos de producción de conocimiento inter y transdisciplinario para la solución de problemas complejos de la sociedad (Kreimer y Vessuri, 2017). En esta tendencia, la investigación interdisciplinaria (IID) se ha vuelto más importante para las políticas científicas gubernamentales (Okamura, 2019).

Este artículo profundiza en el análisis de la experiencia de trabajo interdisciplinario de quienes integran las comisiones dictaminadoras que evalúan la IID dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México, que es uno de los programas de reconocimiento y estímulo a la labor de investigación más importantes en dicho país. Este trabajo sobre la evaluación de la IID se inscribe, a su vez, en uno de los temas centrales de los estudios sobre interdisciplina y transdisciplina (ESIT), los cuales están dirigidos a sistematizar las investigaciones sobre los alcances del quehacer inter y transdisciplinario y proponer mecanismos para el fortalecimiento de estas prácticas (Vienni, 2016).

Si bien el SNI incluye la transdisciplina en sus definiciones, este estudio se centra en el concepto de interdisciplina debido a que: 1) la definición de transdisciplina del SNI es una extensión del concepto de interdisciplina en la acepción de integración de disciplinas; y 2) la experiencia de trabajo de quienes integran la Comisión Dictaminadora del área interdisciplinaria se corresponde con las modalidades de esta forma de integración de conocimiento.

El artículo inicia con la revisión de los ejes de análisis de la evaluación de la IID, referidos en trabajos del campo ESIT. Desde este marco teórico y conceptual se precisa críticamente el contexto específico de evaluación del trabajo interdisciplinario en el que se ubica el SNI de México. Posteriormente se describen el surgimiento, la normatividad, las definiciones, la conformación de las comisiones dictaminadoras y los criterios de evaluación del área interdisciplinaria de este programa de estímulo en el contexto del fomento creciente de la IID en las políticas de ciencia y tecnología de México. A continuación, se presenta el procedimiento para identificar las modalidades de IID que están presentes en los estudios realizados por los propios integrantes de la comisión dictaminadora como una forma de determinar desde qué experiencia de producción de conocimiento se realiza la evaluación en esta área. Con base en los resultados de esta caracterización, se discuten los principales desafíos para que el área interdisciplinaria fomente modalidades de articulación de conocimientos

con formas de trabajo y con resultados que sean diferentes a los que caracterizan tradicionalmente a la investigación con un marcado acento disciplinario.

Uno de los ejes de análisis de la evaluación de la IID ha sido la búsqueda de indicadores epistémicos que superen las evaluaciones convencionales aplicadas a la investigación disciplinaria (Boix, 2006; Klein 2008; McLeish y Strang, 2016).

Dicho eje de análisis es abordado por Klein (2008) en una revisión de los estudios sobre este tema en la que expone principios genéricos para la evaluación, tales como la variabilidad de los objetivos, la variabilidad de los criterios e indicadores, la interacción de factores sociales y cognitivos en el trabajo de colaboración, la gestión, el liderazgo y la mentoría y la efectividad e impacto. Es precisamente al referirse a la variabilidad de los criterios e indicadores, que enfatiza la prioridad de los criterios epistémicos del conocimiento interdisciplinario, considerados medidas primarias, respecto a los criterios convencionales que tienen medidas de calidad indirectas (tales como publicaciones y citas, número de patentes y rankings de prestigio, entre otros).

Un tema central de la evaluación en el marco de los ESIT son los indicadores epistémicos que atañen a la integración de los conocimientos disciplinarios (Huutoniemi y Rafols, 2017); es decir, cómo se evalúa el todo emergente de la investigación interdisciplinaria, el cual no corresponde a la suma de sus ingredientes disciplinarios (Lyll y King, 2013; McLeish y Strang, 2016).

146

Con el propósito de confirmar si una investigación tiene un enfoque realmente integrador, Klein (2004) elaboró una lista de preguntas para la evaluación de proyectos transdisciplinarios que abarca todo su ciclo y puede guiar el proceso de trabajo. Esta lista ha sido útil para proponer criterios de evaluación de IID en contextos específicos. Luengo (2012) la adaptó a la dinámica de investigación aplicada y a la intervención social universitaria. En el mismo tenor, Lyll y King (2013) propusieron una lista de comprobación para revisores en la que se podía verificar la formulación conjunta de la pregunta de investigación y del marco teórico, la justificación de la elección de las disciplinas y su adecuada combinación, entre otros aspectos.

Debido a que cada una de estas propuestas corresponde a contextos específicos de evaluación, se justifica centrar la atención en el principio de la variabilidad de objetivos planteado por Klein (2008), quien establece que la IID y la investigación transdisciplinaria están impulsadas por múltiples metas, concernientes, por ejemplo, a aspectos epistemológicos o a resolver problemas prácticos. En este sentido, los criterios de calidad en la evaluación del trabajo interdisciplinario dependen de un conjunto dinámico de contextos, relativos a programas e intereses de diversos actores. Cada uno difiere en escalas (desde pequeños proyectos hasta sistemas nacionales de investigación) y en alcances (desde entornos académicos hasta proyectos intersectoriales). Los criterios también varían según las etapas de las evaluaciones (*ex ante* o *ex post*).

Respecto a los contextos de la evaluación de la IID, McLeish y Strang (2016) distinguen cinco áreas: 1) resultados de la investigación (relativos a revistas y libros); 2) propuestas de becas de investigación (relativas a organizaciones financiadoras); 3)

trayectoria profesional individual; 4) institutos y centros; y 5) investigación institucional (relativa a los consejos nacionales de financiación). Estos autores señalan que cada una de estas áreas enfrenta desafíos específicos de evaluación.

El marco teórico y conceptual de los estudios citados permite precisar el contexto en que se ubica la evaluación que realiza el SNI sobre el trabajo interdisciplinario y la relevancia de estudiar la conformación de sus comisiones dictaminadoras. Conforme a lo que se revisará más adelante, el SNI basa su evaluación *ex post* en medidas de calidad indirectas (primordialmente publicación de artículos y libros) y se inscribe en el área de trayectoria profesional en entornos académicos.

Si bien el SNI contempla la posibilidad de incluir un criterio cualitativo para evaluar los trabajos de investigación a partir de su aparato crítico y metodológico, prevalecen los criterios cuantitativos de los productos de investigación. La aplicación de criterios cualitativos requeriría que las comisiones dictaminadoras estuvieran conformadas por expertos en inter y transdisciplina. Al respecto, Boix, Feller y Gardner (2006) señalan la importancia de incorporar pequeños comités para evaluar indicadores epistémicos; Klein (2008) ha sugerido que los equipos evaluadores deben distinguir las formas de articulación de conocimientos y conocer sus métodos y Repko y Szostak (2012) sugieren la presencia de un examinador adicional en los comités que lidere la evaluación del todo emergente de la IID.

El hecho de que el SNI realice una evaluación por pares del trabajo interdisciplinario, considerando primordialmente medidas de calidad indirectas y no primarias de tipo epistémicas, establece que el carácter de experto en la Comisión Dictaminadora del Área Interdisciplinaria se defina por la experiencia que cada integrante tiene en desarrollar una determinada modalidad de la IID. Esto justifica analizar los trabajos de quienes integran la Comisión Dictaminadora para conocer las modalidades que se reconocen y estimulan de manera efectiva en este programa.

147

1. Contexto

Los planes nacionales de ciencia y tecnología de México se orientaron en la década de los 70 y 80 del siglo pasado a la promoción del desarrollo económico sustentado en el avance de la ciencia y la tecnología con referencias aisladas al trabajo interdisciplinario. Es hasta la década de los 90 que estos planes, enmarcados en un modelo de desarrollo centrado en la modernización industrial, la apertura comercial y los procesos de globalización, plantearon el objetivo de impulsar proyectos interdisciplinarios (Casas, Corona, Jaso y Vera-Cruz, 2013). No obstante, su propósito se enunció sin precisión conceptual sobre este tipo de investigación y sin instrumentos de política para cumplirlo.

A partir del 2000, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) empezó a financiar proyectos de IID a través de fondos concursables. Sin embargo, se considera que uno de los problemas medulares de estos programas ha sido que las comisiones evaluadoras no tienen una concepción clara de lo que significa y distingue la multi, inter y transdisciplina (Bocco *et al.*, 2014), pues la mayoría de los proyectos aprobados

se realizan de manera individual y predominan las interespecialidades en el campo de las ciencias naturales (en el que convergen especialidades de una sola disciplina) y la interdisciplina auxiliar (en la que se aplican conceptos o conocimientos de carácter teórico o metodológico de una disciplina en otra).

Consideramos que los programas de estímulo y reconocimiento de la labor de quienes se dedican a producir conocimiento científico y tecnológico también son un instrumento de política muy importante para impulsar el proceso de institucionalización de la IID en México, por lo que nos interesó examinar los criterios de evaluación que ha establecido el SNI para reconocer el trabajo de quienes la realizan.

Dado que los criterios de evaluación del SNI incentivan la productividad y tienden a individualizar el trabajo de sus integrantes de acuerdo con determinados estándares de calidad (Castillo, González y Rojas, 2017), se ha estudiado cómo influyen estos criterios en las formas de trabajo y el tipo de productos concernientes al enfoque interdisciplinario. En un estudio previo, centrado en el factor de impacto como criterio de calidad de los trabajos de quienes están adscritos al SNI con los niveles más altos de reconocimiento (Villa-Soto, Ribeiro y Blazquez, 2022), se mostró que algunas perspectivas interdisciplinarias se han ajustado bien al esquema de evaluación que se ha aplicado en el SNI, pues sus resultados son susceptibles de publicarse en revistas especializadas con un alto factor de impacto.

Las observaciones críticas a los programas de fomento de la IID en México se han centrado en la falta de expertos en los equipos evaluadores sobre el trabajo multi, inter y transdisciplinario, y en la necesidad de que lo interdisciplinario se dictamine desde una evaluación diferenciada al estar asociado a formas específicas de organización y realización del trabajo científico (Villa-Soto y Blazquez, 2016). Esta crítica se puede extender a los programas de reconocimiento y estímulo, por lo que el objetivo de este estudio es examinar de manera específica las características del área de interdisciplina, así como de la comisión dictaminadora de esa área de nueva creación y los criterios de evaluación que se han establecido en el SNI.

1.1. El Sistema Nacional de Investigadores

En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología fue creado en los años 70 para articular las políticas públicas y promover el desarrollo de la investigación científica a través de la investigación científica básica y aplicada, la formación y consolidación de grupos de investigación, el fortalecimiento de la planta productiva nacional y de las universidades e instituciones públicas de educación superior, así como de los centros públicos de investigación.

Dentro de los programas del Conacyt, está el SNI, creado en 1984 con el fin de apoyar al personal de investigación del país mediante estímulos económicos para elevar su nivel profesional al reconocer la labor de quienes demuestran con resultados tangibles dedicarse a la generación de conocimiento científico y tecnológico. Este sistema ha tenido impactos muy profundos en la definición y organización de la profesión académica y en la estandarización de la investigación que se hace en el país con niveles internacionales. También ha sido pieza clave en los procesos de

evaluación individual de la labor del personal de investigación, de sus instituciones y de los programas educativos en los que participan.

Pertenecer al SNI se ha convertido en una vía de legitimación académica que además otorga un estatus a nivel individual y sobre todo dentro de la estructura institucional, ya que, a pesar de las críticas surgidas dentro de la propia comunidad científica, las evaluaciones dan prioridad al criterio de la productividad medida en términos del número de publicaciones y de la cantidad de citas obtenidas en la literatura científica; se califica con mayor puntaje a los trabajos publicados en revistas internacionales arbitradas, por encima de las investigaciones aparecidas en revistas nacionales, y se crea una especie de equivalencia con los científicos extranjeros a quienes de este modo se les considera pares.

El SNI cuenta con varias categorías o niveles que corresponden a los distintos grados de productividad científica y méritos académicos. Permanecer en cualquiera de estas categorías o niveles implica someterse a evaluaciones periódicas realizadas por comisiones dictaminadoras conformadas por integrantes de la propia comunidad científica que evalúan el trabajo del personal de investigación, de acuerdo con cada una de las áreas del conocimiento, que actualmente son: 1) físico-matemáticas y ciencias de la tierra; 2) biología y química; 3) medicina y ciencias de la salud; 4) ciencias de la conducta y la educación; 5) humanidades; 6) ciencias sociales; 7) ciencias de agricultura, agropecuarias, forestales y de ecosistemas; 8) ingenierías y desarrollo tecnológico; y 9) interdisciplinaria.

A casi 40 años de su creación, el SNI ha tenido varias reformas y cambios en su reglamento que han intentado mejorar tanto los criterios de evaluación y selección de sus integrantes como la incorporación de áreas de conocimiento que se desarrollan en el país, algunas veces con propuestas de la propia comunidad científica, pero sigue el debate crítico sobre su eficacia. En particular, en 2022 el reglamento publicado con las nuevas modificaciones (Conacyt, 2022a) ha generado un gran debate debido a la poca claridad y transparencia en los criterios de evaluación utilizados, así como en los cambios propuestos para la conformación de las comisiones evaluadoras.

149

1.2. Área Interdisciplinaria: definiciones y modificaciones

A partir del cambio de gobierno federal de 2019, el Conacyt emprendió la reestructuración del funcionamiento del SNI en el marco de la revisión de la política científica y tecnológica que se aplicó en México desde de la década de 1990. En esta revisión (que ha sido debatida por una buena parte de la comunidad científica) se concluyó que gran parte de los productos de investigación de quienes integran el SNI no han contribuido a resolver los problemas nacionales más apremiantes debido a que se encuentran sujetos a mecanismos de evaluación productivistas (Conacyt, 2020a). Las nuevas líneas de acción de la política de ciencia y tecnología establecidas en el programa institucional 2020-2024 del Conacyt se guían por el interés de que el conocimiento humanístico, científico y tecnológico se dirija a resolver los problemas prioritarios del país y contribuir al desarrollo con bienestar inclusivo e igualitario (Conacyt, 2020a).

En 2019 se aprobaron los lineamientos para el funcionamiento de las comisiones transversales inter, multi y transdisciplinaria. Además de presentar la solicitud explícita de ser evaluados por estas comisiones, los postulantes para ingresar o permanecer en el SNI tenían que elegir una determinada área de conocimiento (Conacyt, 2019a). Las comisiones transversales presentaban su opinión a la comisión del área elegida por el solicitante. El argumento para justificar un proceso de revisión como éste se corresponde con la idea de que “la revisión de proyectos por pares es mejor cuando se hace dentro de campos bien definidos que cuando el proyecto atraviesa campos” (Bocco *et al.*, 2014, p. 16). Si bien las comisiones transversales constituyeron un avance en la evaluación del trabajo interdisciplinario, persistía la aplicación de los criterios que establecía cada área del SNI.

En 2020 se emitió un nuevo Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (Conacyt, 2020b) que mostró nuevos avances en la legitimación de la IID en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) al incluir un área de especialización denominada “interdisciplinaria”. Después de que se emitió el nuevo reglamento en 2020, se han realizado dos ajustes concernientes al área de interdisciplina. En la reforma al reglamento publicada en 2021 (Conacyt, 2021a), se precisaron los conceptos de interdisciplina y transdisciplina. Esta reforma se acompañó de la publicación de los criterios específicos de evaluación del Área IX: Interdisciplinaria. En este documento se establecen criterios de evaluación concernientes a la investigación, la docencia y la difusión de los postulantes. En el caso de la investigación, primero se enuncian los criterios que aplican en todas las áreas en los que se reconoce la contribución al avance del conocimiento universal desde la ciencia básica, el desarrollo de tecnologías estratégicas para la transformación social y la atención de problemas nacionales, preferentemente en el marco de los Programas Nacionales Estratégicos que impulsa el Conacyt.

150

En los criterios cualitativos de evaluación del área interdisciplinaria se establecen pautas de trabajo que no son compatibles con las formas de trabajo interdisciplinario que requiere como fundamento epistémico el trabajo en equipo, pues para el Nivel 2 se plantea el requisito de: “Realizar investigación, desarrollo tecnológico o innovación de manera consistente, apreciable y en forma individual” (Conacyt, 2021b, p. 3). Los criterios cualitativos del área interdisciplinaria tienden a individualizar el trabajo académico, tal como se detectó en algunos estudios en los que se examinaron los efectos de los criterios cuantitativos de evaluación del SNI. Esta repercusión se acentúa al privilegiar los trabajos de autoría única y solicitar que se destaquen las aportaciones individuales en los trabajos colectivos. El argumento que se esgrime para justificar estos criterios es demostrar que quien investiga es “capaz de realizar investigación, desarrollo tecnológico o innovación de manera independiente” y “que ha consolidado una obra humanística, científica, tecnológica o de innovación importante basada en ideas propias, con un grado de reconocimiento externo apreciable” (Conacyt, 2021b, p. 4).

Los elementos para la evaluación consisten en la acreditación de las actividades a través de: 1) el dictamen de los productos que tradicionalmente se consideran válidos como elementos de investigación, tales como artículos de investigación, capítulos de libros o libros y 2) las constancias emitidas por el propio Conacyt de los elementos de incidencia: por la Comisión Transversal de Tecnología en el caso de los desarrollos

tecnológicos o en el marco de los Programas Nacionales Estratégicos en el caso de los documentos de política pública. Se enfatiza que “en las aportaciones colectivas y de coautoría, se deberá apreciar la aportación del solicitante en la construcción de conocimiento interdisciplinario” (Conacyt, 2021b, p. 5).

Si bien los niveles del SNI se establecen con un criterio cuantitativo, en el que se pondera el número de productos de investigación y de incidencia que se requiere para cada nivel, se incluye una consideración de carácter cualitativo relativa a que la comisión podrá evaluar de manera motivada y razonada los trabajos de investigación a partir de su aparato crítico y metodológico, independientemente del medio en el que se hayan publicado. Otro criterio cualitativo es apreciar la perspectiva interdisciplinaria en los artículos de divulgación del conocimiento.

El punto de partida para normar estos criterios de evaluación son las definiciones de multi, inter y transdisciplina que ha adoptado el SNI. En la reforma al reglamento en 2021 se precisaron estos conceptos, los cuales difieren de las nociones referidas explícitamente en 2019 en los programas de apoyo a programas estratégicos de Conacyt (2019b, p. 3). Es importante señalar esta inconsistencia, pues los elementos de incidencia se avalúan en el marco de estos programas.

En la reforma del Reglamento publicada el 20 de abril de 2021, el SNI señala que la interdisciplina:

“(…) se da cuando se combinan dos o más disciplinas para generar un nuevo nivel de integración donde las fronteras disciplinares empiezan a desdibujarse. La interdisciplina no es la simple adición de partes, sino el reconocimiento de que la incidencia de una disciplina y sus lógicas de indagación afectan el resultado de la investigación de la(s) otra(s) disciplina(s)” (Conacyt, 2021a, p. 2).

151

Por otro lado, la Convocatoria 2019 para la elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia para la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos señala que “se entiende a la interdisciplina como el enfoque que propicia la coproducción de soluciones a un problema común a través de la integración de diferentes disciplinas académicas” (Conacyt, 2019b, p. 3).

En la definición que adoptó el SNI se enfatizan dos formas de la IID. Por un lado, se alude al proceso que Rolando García denomina “integración disciplinaria”, que corresponde a la integración de las diferentes disciplinas científicas a lo largo de su desarrollo (García, 2006). Por su parte, la idea de incidencia de una disciplina en otras, remite a la IID denominada auxiliar. En la definición que adoptaron los programas de apoyo a proyectos estratégicos se justifica la integración como un medio para resolver problemas (tales como los concernientes a la sustentabilidad de la convocatoria referida) sin que necesariamente esto suscite la integración de disciplinas en el sentido de nuevos campos de conocimientos híbridos.

En lo que respecta al concepto de transdisciplina, el SNI señala que consiste en que “las perspectivas de dos o más disciplinas trascienden entre sí para formar una

nueva aproximación holística; el resultado será completamente diferente o nuevo a lo esperado de la suma de las perspectivas individuales de las disciplinas” (Conacyt, 2021a, p. 3). La definición de transdisciplina del SNI es una extensión del concepto de interdisciplina en la acepción de integración de disciplinas. Podría corresponder al desarrollo de las denominadas teorías sintéticas que de acuerdo con Klein (1990) son susceptibles de proporcionar una teoría integradora para un conjunto de disciplinas o de unificarlas en un paradigma trascendente. Este concepto difiere del que se enuncia en los programas de apoyo a los proyectos estratégicos en los que la transdisciplina se entiende “como la coproducción de soluciones a un problema común a través de la integración de diferentes disciplinas académicas y sectores de la sociedad” (Conacyt, 2019b, p. 3). La definición de transdisciplina de estos programas se corresponde con la noción más extendida en la actualidad que la concibe como una investigación transectorial y orientada a problemas que involucra a una gama más amplia de partes interesadas en la sociedad (Klein, 2008).

En los criterios específicos de evaluación del Área Interdisciplinaria se amplía la definición que se asume en la reforma del reglamento del SNI. En dichos criterios, “se considera interdisciplina a cualquier modalidad de investigación (individual o colectiva; común o novedosa) que integra la información, los datos, las técnicas, los conceptos, los recursos analíticos y las teorías o modelos de, al menos, dos disciplinas o cuerpos de conocimiento especializado”. Dicho documento agrega: “La interdisciplina es resultado de la necesidad de emprender proyectos, abordar problemáticas y responder preguntas cuyo avance, solución, inteligibilidad y/o capacidad de intervención rebasa los límites de una sola disciplina o práctica de investigación, y que exige la coordinación sinérgica de los recursos de varias disciplinas” (Conacyt, 2021b, p. 4). Esta definición se corresponde en términos generales con la enunciada por las academias de ciencia de los Estados Unidos de América (National Academy of Science, National Academy of Engineering y Institute of Medicine, 2004).

152

Con base en estas concepciones del trabajo interdisciplinario se establece que la Comisión Dictaminadora Interdisciplinaria debe sugerir que las y los postulantes señalen al menos dos áreas y disciplinas con las que está vinculado su trabajo interdisciplinario. Consideramos que este requisito básico abarca todas las modalidades del trabajo interdisciplinario sin ponderar los criterios que deben cumplir cada una para la evaluación. Es decir, persiste el uso indiscriminado del término interdisciplina. En todo caso, la única distinción que establecen los criterios específicos de esta área del SNI concierne a la “colaboración entre subdisciplinas de una misma disciplina”, la cual desde su visión “no puede ni debe ser considerada investigación interdisciplinaria” (Conacyt, 2021b, p. 5).

Estas definiciones genéricas fueron suprimidas en el Reglamento aprobado el 22 de junio de 2022 (Conacyt, 2022a), pero aún prevalecen en los criterios específicos de evaluación del Área IX Interdisciplinaria, e indican que la comisión podrá basar su dictamen en los criterios específicos del resto de las áreas del SNI (Conacyt, 2021b). La implicación que esto tiene para el impulso de carreras académicas interdisciplinarias es que se incluye la participación de quienes ven esta área como un espacio de oportunidad al tener una alta productividad en investigaciones en la que los conocimientos disciplinarios no necesariamente estén interrelacionados,

reproduciendo la experiencia descrita por Bocco et al. (2014) en el caso de los fondos concursables.

1.3. Comisión dictaminadora del Área Interdisciplinaria

El reglamento de 2020 indicaba que las solicitudes de ingreso o permanencia a cada nivel deberían ser evaluadas por comisiones dictaminadoras integradas por miembros del mismo nivel o superior. En cada comisión se procuraría equilibrio y paridad entre disciplinas, instituciones, género y regiones (Conacyt, 2020b). Un cambio significativo en el reglamento de 2022 es que las comisiones dictaminadoras se integrarían por un procedimiento de insaculación de entre todas las personas integrantes del SNI (Conacyt, 2022a).

2. Metodología

Se procedió a identificar las modalidades de IID que están presentes en los estudios realizados por quienes integran la comisión dictaminadora como una forma de determinar desde qué experiencia de producción de conocimiento se realiza la evaluación en esta área. Lo anterior obedece a que el procedimiento para integrar las comisiones dictaminadoras del área no tiene previsto que haya expertos en inter y transdisciplina que evalúen los trabajos de investigación con base en la revisión de los métodos de articulación de conocimientos empleados en estos. A su vez, este procedimiento se sustenta en que la evaluación de la IID debe reconocer la existencia de diversos modos de interdisciplinariedad, como señalan Huutoniemi *et al.* (2010), y en el supuesto de que las comisiones dictaminadoras están integradas por personas que al evaluar los productos que se consideran válidos en el área interdisciplinaria aplican los mismos criterios que ellas han cumplido para ingresar al SNI.

153

Para identificar en qué modalidad de IID tienen experiencia los integrantes de la comisión, se analizaron los contenidos de un artículo científico publicado en una revista arbitrada entre 2020 y 2022 en el que cada uno participó como autor(a) o coautor(a). En este sentido, no se estudia la trayectoria de investigación de quienes integran la comisión, sino el carácter interdisciplinario de uno de sus trabajos recientes de investigación. El análisis de los contenidos de cada artículo o paper publicado, considerado un “trabajo tipo”, implicó identificar: a) los campos de conocimiento en que se formaron los autores y coautores con base en las semblanzas y datos curriculares obtenidos en los sitios web institucionales y personales de éstos; b) los procesos que se estudian y desde qué disciplinas son susceptibles de abordarse; y c) el campo de conocimiento que cubre la revista en la que se publicó el artículo.

La identificación de las modalidades de IID en la revisión exhaustiva de un “trabajo tipo” de cada integrante de la comisión del área interdisciplinaria se realizó primordialmente a la luz de las clasificaciones de Boisot (1979), Scurati (1977) y Villa-Soto, Mendoza y Moncada (2004). La **Tabla 1** describe las modalidades referidas en este estudio.

Tabla 1. Clasificación de la interdisciplina

Modalidad	Clasificación de la interdisciplina Descripción	Autor
Auxiliar	Empleo de metodologías de investigación de otras áreas de conocimiento.	(Scurati, 1977)
Compuesta	Análisis conjunto de diversos aspectos que presenta cualquier fenómeno sociohistórico.	(Scurati, 1977)
Estructural	El objeto de estudio interactúa con dos o más disciplinas dando origen a la institución de un nuevo cuerpo disciplinario.	(Boisot, 1979)
Restringida	Interacción de varias disciplinas con determinado objetivo de investigación y determinado campo de aplicación.	(Boisot, 1979)
Dominio híbrido	Modifican la delimitación del objeto de estudio de una disciplina al integrar a éste conocimientos teóricos o metodológicos de otra disciplina.	(Villa-Soto, Mendoza y Moncada, 2004)
Inter especialidades	Confluencia de especialidades de una misma disciplina.	(Villa-Soto y Vienni, 2018)
Sistemas complejos (totalidad organizada)	Estudio como una totalidad organizada de la interrelación de procesos heterogéneos (susceptibles de estudiarse desde diversos campos de conocimiento) en el curso de sucesivas modelizaciones que comprenden fases de diferenciación e integración para explicar el funcionamiento del sistema complejo, construido por un equipo multidisciplinario, que expresa una determinada problemática social. Se fundamenta en un constructivismo epistemológico.	(García, 2006)
Sistemas complejos (no lineales)	Estudio del comportamiento de sistemas multifactoriales de muchos componentes fuertemente enlazados con dinámicas y correlaciones a varias escalas de resolución espacial y temporal que da lugar a la emergencia de propiedades globales. Está cimentada en la teoría matemática de los sistemas dinámicos y en la física de los sistemas no lineales.	(Priego <i>et al.</i> , 2020)

Fuente: elaboración propia.

154

El procedimiento que se siguió en esta estrategia cualitativa de análisis fue identificar los procesos que se estudiaron en cada paper publicado y su correspondencia con los objetos de estudio de determinadas disciplinas. Una guía para realizar esta identificación fue la revisión de los campos de conocimiento en que se formaron las personas autoras y coautoras de cada artículo.

Para definir el tipo de interdisciplina que se realizó en los papers revisados, se asumió que los trabajos interdisciplinarios se estructuran desde un área de conocimiento específica en torno a la cual se articula conocimiento de otras áreas. Para referir esta área de conocimiento específica, se utilizó el término “núcleo disciplinario”. Esta herramienta analítica se empleó para definir el tipo de interdisciplina de cada investigación revisada.

Para identificar el núcleo disciplinario se incorporaron dos criterios adicionales: por un lado, precisar las ciencias básicas en las que se fundamentan disciplinas como las ingenierías o las denominadas ciencias de la tecnología, las cuales tienen un cuerpo de conocimientos cimentado en ciencias más básicas, tales como la física o la química y sus especialidades. En este sentido, la noción de núcleo disciplinario se puede precisar como una configuración integral de conocimientos básicos de una o varias especialidades. Además de identificar estas ciencias básicas, se distinguieron dos elementos que configuran los objetos de estudio de las disciplinas: los fenómenos y los objetos peculiares en escalas específicas. En el caso de la física, por ejemplo, los objetos peculiares pueden ser los cuerpos celestes, la Tierra o las partículas

elementales, respecto de las cuales se estudian magnitudes tales como la energía, el espacio y el tiempo. La escala de estos objetos peculiares le confiere una gran especificidad teórica a la física en los campos de la astronomía, la geofísica o la física de altas energías, respectivamente. En los estudios de caso de las ciencias sociales estos elementos corresponden a la distinción entre la unidad de observación y la unidad de análisis. Por ejemplo, respecto de un mismo objeto como puede ser un grupo de familias campesinas, se pueden analizar fenómenos de carácter económico (su actividad productiva) o sociológico (sus estilos de relación) desde la economía rural o la sociología rural, respectivamente. A esta distinción se agregó reconocer la implicación de estos estudios para atender problemas de campos de actividad específicos, tales como la salud, el medio ambiente o la educación.

Siguiendo este procedimiento, se caracterizó la comisión dictaminadora del Área Interdisciplinaria del SNI aprobada el 7 de septiembre de 2022 (Conacyt, 2022b) con base en el reglamento aprobado el 22 de junio de 2022. Tomando en cuenta que esta caracterización se basa en la articulación de las dimensiones analíticas antes referidas, se justifica una descripción detallada de los casos estudiados en la exposición de resultados. En dicha exposición se asume que el “trabajo tipo” muestra un caso que podría ser representativo de la experiencia en IID de cada integrante de la comisión y, por tanto, de los criterios que puede aplicar para reconocer los productos válidos del área interdisciplinaria en su calidad de evaluador(a) experto(a).

El interés de este estudio está centrado en analizar los criterios de evaluación del trabajo científico con relación al impulso de trayectorias de IID y no en la medición de la IID basada, por ejemplo, en índices como los desarrollados por Okamura (2019) para estudiar el impacto de ésta. En todo caso, el procedimiento antes descrito podría inscribirse en los temas de estudio de los diseños de evaluación de la interdiscipliniedad como el realizado por Laursen, Motzer y Anderson (2022).

155

3. Resultados

La comisión dictaminadora del Área Interdisciplinaria del SNI, aprobada el 7 de septiembre de 2022 (Conacyt, 2022b), está integrada por 29 personas, 13 mujeres y 16 hombres. La **Tabla 2** muestra que la formación de quienes la integran es eminentemente monodisciplinaria, pues 17 personas tienen estudios formales en una disciplina o en alguna de sus especialidades y 12 tienen formación pluridisciplinaria.

Tabla 2. Caracterización de la comisión dictaminadora del área interdisciplinaria del SNI por disciplinas de formación, tipo de trabajo y área en que se inscribe un artículo tipo de cada integrante

Disciplinas de formación	Diversidad formativa	Trabajo individual o colectivo	Área del SNI en la que se podría inscribir el trabajo	Modalidad interdisciplinaria	Sección de descripción en resultados
Física	Mono disciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.1
Ingeniería electrónica	Mono disciplinaria	Colectivo	I o VIII	Inter especialidades	3.1.2
Ingeniería electrónica	Mono disciplinaria	Colectivo	I o VIII	Inter especialidades	3.1.3
Ingeniería electrónica	Mono disciplinaria	Colectivo	I o VIII	Inter especialidades	3.1.3
Ingeniería electrónica	Mono disciplinaria	Colectivo	I o VIII	Inter especialidades	3.1.3
Ingeniería mecánica	Mono disciplinaria	Colectivo	VIII	Inter especialidades	3.1.3
Ingeniería mecánica	Mono disciplinaria	Colectivo	I o VIII	Inter especialidades	3.1.3
Ingeniería metalúrgica	Mono disciplinaria	Colectivo	II	Restringida	3.1.3
Ingeniería química	Mono disciplinaria	Colectivo	VIII	Restringida	3.1.3
Química	Mono disciplinaria	Colectivo	II o VIII	Restringida	3.1.3
Administración de manufacturas y computación	Pluridisciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.4
Ciencias de la computación	Mono disciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.4
Ingeniería electrónica y ciencias de la computación	Pluridisciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.4
Ingeniería electrónica y ciencias de la computación	Pluridisciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.4
Matemáticas	Mono disciplinaria	Colectivo	I o II	Estructural	3.1.4
Biología	Mono disciplinaria	Colectivo	III	Inter especialidades	3.1.6
Ciencias médicas (especialidad bioética)	Mono disciplinaria	Colectivo	III o V	Estructural	3.1.6
Física de materiales, nanociencias y biotecnología	Pluridisciplinaria	Colectivo	I	Restringida	3.1.6
Física y biofísica	Pluridisciplinaria	Colectivo	I	Auxiliar	3.1.6
Fisicoquímica, física de materiales y bioquímica	Pluridisciplinaria	Colectivo	I o VIII	Restringida	3.1.6
Química farmacéutico biológica	Mono disciplinaria	Colectivo	III	Inter especialidades	3.1.6
Ingeniería energética, química Industrial y materiales poliméricos	Pluridisciplinaria	Colectivo	VIII	Auxiliar	3.1.6
Estudios mesoamericanos y biología	Pluridisciplinaria	Individual	V o VI	Estructural	3.1.7
Historia de América y etnología	Pluridisciplinaria	Individual	V o VI	Estructural	3.1.7
Administración pública, medio ambiente y psicología	Pluridisciplinaria	Individual	VI	Disciplinario	3.1.8
Antropología social	Monodisciplinaria	Individual	VI o VI	Disciplinario	3.1.8
Educación y ciencias de la comunicación	Pluridisciplinaria	Colectivo	IV o VI	Disciplinario	3.1.8
Odontología (especialidad en docencia) e innovación en educación	Pluridisciplinaria	Colectivo	IV o VI	Disciplinario	3.1.8
Física	Monodisciplinaria	Colectivo	I	Sistemas complejos (no lineales)	3.1.9

Fuente: elaboración propia.

Las dos personas que tienen formación en física colaboran con especialistas de disciplinas de otras áreas de conocimiento: 1) arqueología y radiología (en el campo de las ciencias médicas); y 2) un investigador que en algunos estudios colabora con matemáticos y epidemiólogos y en otros con economistas y especialistas en ciencias de la computación (este caso se describirá al final del apartado por corresponder a una modalidad que abarca estudios de las ciencias naturales y de las ciencias sociales).

En el primero caso se revisó el “trabajo tipo” realizado de manera colectiva por un físico que colabora con arqueólogos, físicos, médicos especialistas en radiología y físicos nucleares para aplicar técnicas de la física de radiaciones con el propósito de datar objetos arqueológicos. En este caso la física constituye el núcleo disciplinario. Se puede considerar a las piezas arqueológicas como el objeto peculiar, el cual posteriormente puede adquirir relevancia propia en los estudios arqueológicos sin el concurso de la física, es decir, sin constituir un dominio híbrido. En este sentido, este trabajo corresponde a la modalidad de interdisciplina auxiliar centrada en las técnicas

empleadas, lo cual se confirma en la revista especializada en la que se publican los resultados, relativa al radiocarbono. Este producto sería válido en el Área de Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

3.1. Trabajos de colaboración de integrantes de la comisión con formación en ingenierías

Respecto a los integrantes de la comisión con una formación monodisciplinaria en algún campo de las ingenierías, se pueden distinguir dos composiciones pluridisciplinarias en el trabajo colectivo: por un lado, la que congrega a especialistas de las ciencias biológicas o de las ciencias médicas en los trabajos de colaboración sobre problemas de salud o del medio ambiente; y por otro, la que reúne a especialistas de las ciencias físico matemáticas y de las ingenierías que se desarrollan en gran medida a partir de los conocimientos básicos de la física y sus especialidades.

Se observa que ambas composiciones conducen a investigaciones donde las ingenierías de base física o química constituyen el núcleo disciplinario desde el que se abordan objetos peculiares de relevancia médica o ambiental.

Un integrante de la comisión con estudios en ingeniería electrónica colabora con especialistas de campos de la física o de ingenierías que se fundamentan en la física (metrología, optoelectrónica, ingeniería electrónica y física de materiales) y de las ciencias médicas (traumatología y ortopedia) para desarrollar un sistema integrado de visión y clasificación en podometría. En este caso, la metrología es la especialidad del núcleo disciplinario, como lo confirma la revista especializada en metrología en la que se publican los resultados. Es indudable que, en este trabajo, el objeto concerniente a la especialidad médica constituye el problema de investigación sustantivo; empero, la atención del trabajo se centra en desarrollar los conocimientos de la electrónica y otras especialidades de la física que respondan al problema planteado desde la ortopedia. Si se requiere validar este estudio, se necesita del concurso de especialistas de las disciplinas antes mencionadas. Sin embargo, es la revista especializada en metrología la que realiza tal validación. La cuestión es en qué área del SNI se puede reconocer como un producto válido. En este caso, este núcleo está conformado por especialidades de la física, de tal modo que se puede ubicar en una modalidad interdisciplinaria del tipo de las interespecialidades. Con este criterio, el producto sería válido en el Área de Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra o en el Área de Ingenierías y Desarrollo Tecnológico. Un apunte inicial sobre este caso corresponde a la observación de que los criterios específicos del área interdisciplinaria del SNI no consideran propio de esta área la colaboración entre subdisciplinas de una misma disciplina.

157

3.2. Colaboraciones en ingenierías fundamentadas en la física y sus subdisciplinas

Antes de revisar los casos en que la modalidad de las interespecialidades es más acentuada en el ámbito de las ingenierías fundamentadas en la física y sus subdisciplinas, es importante profundizar un poco más en la composición de las ingenierías con disciplinas de las ciencias médicas o biológicas.

La investigación de un integrante de la comisión sobre la síntesis de derivados de un polímero con propiedades antibacterianas y anticancerígenas expresa un vínculo de las ingenierías fundamentadas en la física y la química con las ciencias médicas. En este caso, concurren la ingeniería en materiales, disciplina de formación del integrante de la comisión, con la ingeniería de polímeros, la fisicoquímica, la tecnología de materiales y algunas ciencias médicas, tales como la oncología, la microbiología, la toxicología y la inmunobiología. El estudio tiene relevancia primordial en los problemas que abordan éstas últimas especialidades. Sin embargo, el trabajo se centra en la química de polímeros, como lo confirma la revista en la que se publican los resultados especializada en ciencia aplicada de polímeros. En todo caso, las especialidades médicas adquieren relevancia en la parte complementaria del trabajo en el que se evalúa la eficacia antibacteriana y la antiproliferación celular de estos derivados. De acuerdo con la clasificación de la interdisciplina propuesta por Boisot (1979), esta modalidad correspondería a lo que denomina "interdisciplinariedad restringida" que consiste en la interacción de varias disciplinas con determinado objetivo de investigación y determinado campo de aplicación. Empero, a efectos de ubicar el área de evaluación de este tipo de productos, se justifica una valoración diferenciada para el integrante de la comisión se ubicaría como un producto válido en el Área de Biología y Química.

La caracterización anterior corresponde también a la contribución de otro integrante de la comisión con formación en ingeniería química, quien realiza investigaciones de importancia medioambiental: colabora con especialistas en ingeniería ambiental y biotecnología aplicando herramientas de ingeniería química para estudiar un reactor anaeróbico de manto de lodos con aplicación en el tratamiento de aguas. El núcleo disciplinario corresponde a la ingeniería química y la biotecnología, como lo indica la revista que publica los resultados.

La interdisciplinariedad restringida también describe la investigación que realiza un químico integrante de la comisión con la participación de especialistas en ingeniería química, biotecnología, ciencia de materiales y química bacteriológica-parasitológica, la cual consiste en aumentar la estabilidad térmica de la variante de una molécula obtenida de un proceso de mutagénesis para elevar su eficiencia catalítica con aplicaciones industriales. Se trata de un estudio centrado en la biotecnología, como lo indica la revista en la que se publica. Los productos de este estudio y el caso anterior podrían ser válidos en el Área de Ingenierías y Desarrollo Tecnológico y en el Área de Biología y Química.

La modalidad de las interespecialidades es más acentuada en el ámbito de las ingenierías fundamentadas en la física y sus subdisciplinas. La presencia de personas formadas en ingenierías en las que son fundamentales las especialidades de la física es muy amplia en términos relativos en la comisión. A los casos descritos anteriormente se suman cinco integrantes, quienes tienen estudios en especialidades inscritas en ingenierías con esta disciplina fundamental (tres en ingeniería en electrónica y dos en ingeniería mecánica). La peculiaridad de estos casos con un perfil monodisciplinario es que realizan sus investigaciones con la colaboración de especialistas en física e ingenierías fundamentadas en esta disciplina, lo cual les confiere a estos trabajos una modalidad de investigación definida por las interespecialidades del Área de Físico-

Matemáticas, en campos de aplicación relativos al transporte o el almacenamiento de energía. En un análisis más detallado se puede observar que en tres casos el núcleo disciplinario corresponde a especialidades de dicha área, tales como la optoelectrónica y el diseño de sensores (en donde también intervienen especialistas en ingeniería electrónica, robótica, optoelectrónica y control automático para monitorear el desplazamiento de puentes), el control automático (en el que participan especialistas en matemática aplicadas, ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería en comunicaciones, control automático y robótica para realizar estudios sobre levitación magnética) y el diseño de sensores (con la colaboración de especialistas en inteligencia artificial e ingenieros electrónicos para el estudio de movimiento inteligente de robots).

La colaboración de quienes tienen una formación en ingeniería mecánica conduce a estudios en los que ésta constituye el núcleo disciplinario al articular conocimientos, por un lado, de quienes tienen una formación en física o en las ingenierías que se fundamentan en ésta (industrial y electrónica) para la producción de nanopartículas de carbono, con la finalidad de evaluar el desempeño de un colector solar, y, por otro, de quienes tienen estudios en ingeniería eléctrica para estudiar la respuesta fractal transitoria de un oscilador. El hecho de que este último estudio se publique en una revista especializada en fractales indica que es susceptible, como los anteriores, de ubicarse en el Área de Ingenierías y Desarrollo Tecnológico o bien en el Área de Físico-Matemáticas.

3.3. Colaboración en la que participan personas formadas en ciencias de la computación

159

Resulta interesante revisar en conjunto la colaboración que establecen quienes integran la comisión interdisciplinaria y tienen una formación en ingeniería electrónica y ciencias de la computación con especialistas de otras ingenierías que se fundamentan en la física o que estudian el funcionamiento de los organismos vivos, tales como la biónica. En estos casos, el núcleo disciplinario son las ciencias de la computación al aportar, por un lado, técnicas para procesar y analizar imágenes biomédicas o, por otro, sistemas de identificación de radiofrecuencia para monitorear especies marinas. En el primer caso, ninguno de los autores tiene formación en el área de biomedicina, no obstante que el estudio tiene implicaciones en ésta. En el segundo caso, adquieren relevancia los conocimientos de la biónica, pues se busca que el monitoreo no afecte los tejidos nerviosos ni la audición de las especies marinas. En ambos casos, la clave de la especialización queda indicada por las revistas en que se publican los trabajos: el campo de la electrónica en el primero, la inteligencia artificial en el segundo. Ambas susceptibles de ser evaluadas en el Área de Físico-Matemáticas.

La modalidad de la interdisciplina auxiliar en los trabajos realizados por personas formadas en las ciencias de la computación también se puede identificar en quienes colaboran con personas que se han formado en disciplinas inscritas en las ciencias económicas aplicando herramientas analíticas en la administración de manufacturas. El énfasis de la aplicación de los conocimientos de las ciencias de la computación en el análisis de procesos de otras disciplinas se aprecia en trabajos en informática para evaluar con sensores la marcha de pacientes con la enfermedad de Parkinson. No obstante, estos trabajos tienen relevancia en las ciencias médicas; como lo indica

la cobertura de la revista en la que éstos se publican (computación en biología y medicina), los autores solo tienen formación en las ciencias de la computación. En este sentido, se considera que estas investigaciones se corresponden con el Área de Físico-Matemáticas.

Un caso distinto de aplicación de conocimientos de las matemáticas para estudiar procesos biológicos es el que configura el campo de la biología de sistemas. En este caso, el núcleo disciplinario es una especialidad de la biología. El integrante de la comisión colabora con una persona que tiene una formación pluridisciplinaria en biomedicina y matemáticas aplicadas para desarrollar modelos matemáticos de redes de genes con el propósito de estudiar la segmentación celular. El nivel de especialización permite que estos trabajos se publiquen no solo en revistas de las ciencias biológicas, sino también del campo de las matemáticas, de tal modo que estas contribuciones tendrían validez en el Área de Físico-Matemáticas o en el Área de Biología y Química.

3.4. Integrantes con formación pluridisciplinaria

De las 12 personas que tienen una formación pluridisciplinaria, tres cursaron estudios en disciplinas de las ciencias sociales; nueve incursionaron en disciplinas de dos áreas de conocimiento. De estos últimos, llaman la atención dos casos de personas que tienen formación en disciplinas de las ciencias naturales y de las ciencias sociales (estudios mesoamericanos y biología, por un lado, y odontología y ciencias de la educación, por otro). En tres casos, relativos a la ingeniería electrónica y la administración, esta formación se acompaña con estudios en ciencias de la computación. Tres personas tienen formación en física y en un campo de las ciencias biológicas (biotecnología, biofísica y bioquímica, respectivamente) y un caso tiene formación en ingenierías de base física y química.

De la configuración pluridisciplinaria adquiere relevancia analizar en qué medida las disciplinas de formación se articulan en investigaciones en dominios híbridos o, por lo menos, si todas las disciplinas de formación aportan conocimientos en estudios específicos o solo se centran en un núcleo disciplinario. Respecto a la posibilidad de establecer la modalidad del trabajo interdisciplinario de algunos integrantes de la comisión con base en las características del trabajo colectivo que realizan, se puede revisar en primera instancia el propio perfil disciplinario del equipo de colaboradores visto en su conjunto.

3.5. Formación pluridisciplinaria en dos campos de conocimiento

Continuando con la descripción analítica se puede revisar el trabajo “tipo” realizado de manera colectiva por un integrante de la comisión con formación pluridisciplinaria en especialidades de la física (físicoquímica y física de materiales) y las ciencias biológicas (bioquímica), en el que se reporta un estudio físicoquímico de polímeros para eliminar iones metálicos peligrosos de aguas residuales de la industria metalúrgica, lo anterior con implicaciones medioambientales. El perfil pluridisciplinario del equipo en física, bioquímica, ingeniería química y tecnología ambiental es relevante para el estudio. En este caso se puede identificar a la físicoquímica como el núcleo disciplinario, los

polímeros como el objeto peculiar que lo inscribe en el campo de la bioquímica, y la metalurgia como un campo de aplicación relativo a la actividad industrial. Si bien la fisicoquímica constituye un dominio híbrido, que se ubica como una subdisciplina tanto de la física como de la química, en este estudio corresponde a una ciencia fundamental de la ingeniería química. La ubicación de este trabajo en dicha disciplina se confirma con la cobertura de la revista en que se publicó, la cual corresponde a la ingeniería química. Lo anterior indica que este tipo de productos resultaría válido en el Área de Ingenierías y Desarrollo Tecnológico. Empero, considerando la formación del integrante de la comisión y la ciencia fundamental del núcleo disciplinario de este estudio (ambas concernientes a especialidades de la física), el producto en cuestión también sería válido en el Área de Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra. Como uno de los casos referidos anteriormente, esta modalidad correspondería a lo que se denomina “interdisciplinariedad restringida”.

En este mismo tenor, se puede considerar que el estudio reportado por otro integrante de la comisión con formación en física y biofísica, sobre las propiedades físicas de cápsidas virales a través de simulaciones computacionales con el uso de modelos físico-matemáticos corresponde a la interdisciplina auxiliar. En este trabajo la colaboración se realiza desde las ciencias físico-matemáticas y la ingeniería de sistemas (aplicación de las ciencias matemáticas y físicas para estudiar sistemas físicos, biológicos, entre otros). Si bien estos estudios tienen relevancia para las ciencias médicas, el núcleo disciplinario es el campo de las matemáticas, específicamente las simulaciones computacionales, como lo indica el área de la revista especializada en la que se reporta este trabajo. También, como en el caso anterior, este producto sería válido en el Área de Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

161

Un caso similar al anterior se observa en la formación pluridisciplinaria en química industrial, ingeniería de la energía y materiales poliméricos de un integrante de la comisión, quien, en colaboración con especialistas en ingeniería química, ciencias bioquímicas, ingeniería de la energía, física y química, utilizó hojas de agave para producir carbones activados aplicando energía solar en supercondensadores ecológicos. En este caso, el núcleo disciplinario corresponde a la ingeniería energética como lo confirma la cobertura altamente especializada de la revista en que se publica este trabajo concerniente al almacenamiento de energía. Este producto sería válido en el Área de Ingenierías y Desarrollo Tecnológico.

Esta modalidad de “interdisciplinariedad restringida” también podría describir los trabajos de una persona con estudios en física de materiales, nanociencias y biotecnología, quien colabora con especialistas en física y química de materiales para desarrollar nanomateriales luminiscentes relevantes para el diagnóstico y la terapia del cáncer. Si bien este trabajo se publicó en una revista de oncología, lo cual destaca el campo de aplicación de esta investigación, el núcleo disciplinario corresponde a la física de materiales, por lo que sería un producto válido en el Área de Físico-Matemáticas.

En la comisión existen dos casos que corresponden a las interespecialidades. Uno de ellos concierne a las ciencias médicas, en el que un biólogo colabora con especialistas en ciencias biomédicas, ciencias genómicas, ciencias biomédicas, inmunología y neuroinmunobiología para estudiar propiedades antiinflamatorias de

flavonoides que son metabolitos secundarios de las plantas. La revista especializada en biología de leucocitos en la que se publican los resultados de este trabajo confirma que sería un producto válido del Área de Medicina y Ciencias de la Salud.

Del mismo modo, un integrante de la comisión formado en química farmacéutico-biológica y en farmacia industrial realiza estudios de espectrometría para determinar la presencia de prostaglandina (sustancia que interviene en la respuesta inflamatoria) en pollos con parásitos. Este estudio lo realiza con la colaboración de especialistas en inmunología, farmacia industrial, ciencias de la producción y de la salud animal, veterinaria farmacéutica, nanotecnología, medicina veterinaria y zootecnia, y microbiología. Este trabajo tiene implicaciones en la veterinaria farmacéutica y su núcleo disciplinario corresponde a la especialidad farmacéutica, lo que lo hace susceptible de evaluarse en el Área de Medicina y Ciencias de la Salud.

La colaboración de personas formadas en las ciencias médicas con quienes tienen estudios en las humanidades, específicamente en filosofía, da lugar a estudios en un dominio híbrido que se puede desprender como especialidad de las primeras: los estudios sobre el aborto eugenésico y los diferentes tipos de aborto que se inscriben en la bioética, que es el área de especialización del integrante de la comisión, lo cual puede valorarse en el Área de Medicina y Ciencias de la Salud o en el Área de Humanidades.

3.6. Formación pluridisciplinaria para abordar dominios híbridos

162

En algunos casos, la formación pluridisciplinaria permite abordar dominios híbridos desde el trabajo individual, lo cual puede denominarse “interdisciplinaria estructural” en términos de Boisot (1979) -el objeto de estudio interactúa con dos o más disciplinas, dando origen a la institución de un nuevo cuerpo disciplinario- o “interdisciplinaria compuesta” en la clasificación de Scurati (1977) -análisis conjunto de diversos aspectos que presenta cualquier fenómeno sociohistórico-. Tal es el caso de quien realiza estudios sobre los paisajes rituales de las comunidades indígenas mesoamericanas en el campo de la etnohistoria conforme a sus disciplinas de formación en historia y etnología o quien realiza investigaciones en la etnobotánica con fundamento en su formación en estudios mesoamericanos y biología. Los productos de estas investigaciones se podrían evaluar en el Área de Ciencias Sociales o en el Área de Humanidades.

3.7. Formación pluridisciplinaria o monodisciplinaria en la realización de trabajo especializado en ciencias sociales

Otros perfiles de formación pluridisciplinaria no conducen al estudio de dominios híbridos, sino al trabajo especializado desde el trabajo individual o desde el colaborativo. Un integrante de la comisión con estudios en administración pública, medioambiente y psicología aplica estrategias sociodigitales en el diseño urbano desde un enfoque socioambiental. Otra persona formada en ciencias de la comunicación y en ciencias de la educación colabora con especialistas en ciencias de la comunicación para investigar el tema de la alfabetización mediática. En este mismo tenor, una persona con estudios en odontología y en ciencias de la educación colabora con especialistas

de diversos campos de la biología y la computación para realizar estudios sobre evaluación educativa. Los tres casos se podrían ubicar en el Área de Ciencias Sociales, aunque los dos últimos también corresponden al Área de Ciencias de la Conducta y la Educación. A este perfil de especialización se puede agregar el trabajo individual de una persona con una formación monodisciplinaria en antropología social que realiza una investigación sobre las creencias religiosas.

3.8. Aplicación de la física estadística para estudiar problemas de diversos campos

Finalmente, se destaca una modalidad de IID que consiste en la aplicación de la física estadística para estudiar problemas de diversos campos de conocimiento. En este caso un físico integrante de la comisión colabora con especialistas en epidemiología, análisis estadístico y matemáticas aplicadas para estudiar epidemias o colabora con economistas, físicos y especialistas en ciencias de la computación para estudiar mercados eficientes. En ambos casos, el núcleo disciplinario es el análisis estadístico con resultados que se publican en revistas sobre ciencias de la salud o de economía. De manera tradicional, quienes tienen este perfil han sido evaluados con productos válidos en el Área de Físico-Matemáticas. Estos trabajos guardan cierta correspondencia con la concepción de sistemas complejos cimentada en la teoría matemática de los sistemas dinámicos y en la física de los sistemas no lineales. El aspecto sustantivo de esta concepción es la interacción de múltiples componentes, lo cual implica el manejo de una gran cantidad de datos. Empero, generalmente los componentes están circunscriptos a un campo disciplinario.

163

4. Discusión

El hecho de que el área interdisciplinaria del SNI evalúe el trabajo interdisciplinario considerando primordialmente medidas de calidad indirectas y no primarias de tipo epistémicas, conforme a la distinción que establece Klein (2008), ubica la discusión de los resultados de este estudio en el interés de dilucidar en qué modalidades de IID tienen experiencia de trabajo quienes integran la comisión dictaminadora de este programa de reconocimiento y estímulo.

Lo anterior permitió no solo precisar qué tipo de IID es susceptible de recibir reconocimiento y estímulo de manera efectiva en el Sistema de Ciencia y Tecnología e Innovación de México a través del SNI, sino también revisar la pertinencia de la creación de esta área que aplica criterios de evaluación convencionales y tiene comisiones dictaminadoras en la que no participan expertos en verificar si una investigación tiene un enfoque interdisciplinario realmente integrador con base en criterios como los propuestos por Klein (2004) o Lyall y King (2013).

Los resultados indican que predomina el trabajo colectivo en quienes integran la comisión, tanto en quienes tienen una formación mono o pluridisciplinaria. Con base en el procedimiento de insaculación, la concentración de personas formadas en diversos campos de la ingeniería es muy alta en términos relativos (40%). De acuerdo con las áreas de formación, la comisión tiene una distribución de 30% en ciencias

naturales y de la salud (física, química, biología y ciencias médicas), 25% en ciencias sociales y humanidades (educación, economía, sociología y antropología) y 5% en matemáticas y computación.

Esta distribución de áreas de conocimiento en la formación de quienes integran la comisión no tiene correspondencia plena con las áreas del SNI donde se podrían evaluar sus trabajos a juzgar por los núcleos disciplinarios de éstos. Esto se acentúa en las investigaciones realizadas por personas formadas en ingenierías fundamentadas en especialidades de la física, pues dichas investigaciones tienen visos de especialización en esta disciplina en las modalidades de interdisciplina auxiliar, interdisciplinariedad restringida y las interespecialidades.

El hecho de que algunos de estos trabajos se puedan ubicar en dos áreas del SNI -por ejemplo, en el Área de Físico-Matemáticas e Ingenierías y Desarrollo Tecnológico, o bien en la de Físico-Matemáticas y Biología y Química- obedece a un carácter complementario y no integrador de los procesos heterogéneos que se estudian. Estos casos se pueden ajustar al criterio del actual reglamento del SNI de destacar las aportaciones individuales en los trabajos colectivos. Empero, esto no tiene relación con la demostración de que la persona investigadora es capaz de realizar investigación de manera independiente, sino con la posibilidad de asociar la formación disciplinaria de cada autor y autora con algunos de los procesos que se estudian en la modalidad restringida.

164

En esta revisión se confirma que, además de las modalidades interdisciplinarias antes señaladas (auxiliar, restringida e interespecialidades), también se identificaron las modalidades estructural o compuesta (dominios híbridos) y la que se define por el estudio de sistemas complejos cimentados en la teoría matemática de los sistemas dinámicos.

En conjunto, las modalidades de IID y disciplinaria que caracterizan el Área Interdisciplinaria del SNI, teniendo como referencia la experiencia de trabajo de la propia comisión, se corresponden con el proceso de hibridación de conocimientos descrito por Dogan y Pahre (1991). En este proceso se articulan conocimientos especializados de diversas disciplinas (fragmentos de ciencias) para abordar problemas de investigación en géneros híbridos. Dichos problemas expresan procesos que son objeto de diversas especialidades. El aspecto más relevante de esta caracterización es que todas estas modalidades están institucionalizadas tanto en disciplinas como subdisciplinas formales. Dogan y Pahre (1991) identifican la institucionalización a partir de intercambios regulares entre investigadores de esas subdisciplinas, lo cual se confirma con la existencia de revistas dedicadas exclusivamente a publicar las aportaciones de éstas o con una cobertura temática que las inscribe. Boix, Feller y Gardner (2006) señalan que estos campos interdisciplinarios funcionan en gran medida como “disciplinas” con comunidades académicas que comparten lo que se considera un trabajo de calidad.

Conclusión

La descripción de las modalidades de IID que se observan en los trabajos de quienes integran el Área Interdisciplinaria muestra que las modalidades de articulación de conocimientos se realizan en general con formas de trabajo y con resultados que no son diferentes a los que caracterizan a la investigación con un marcado acento disciplinario. El hecho de que los criterios específicos del área interdisciplinaria del SNI excluyan la colaboración entre subdisciplinas de una misma disciplina contrasta con la modalidad interdisciplinaria que se identificó en los trabajos de quienes integran la comisión, que están inscritos en gran medida en el ámbito de las ingenierías fundamentadas en la física.

Lo anterior indica que las áreas y el tipo de investigación que podrían dictaminar quienes integran la comisión del Área Interdisciplinaria, con base en su propia experiencia de trabajo, podrían quedar distribuidas en las áreas ya existentes. En todo caso, si se inscriben en el área interdisciplinaria por guardar correspondencia con algunas modalidades de IID, se puede cuestionar el procedimiento de insaculación para conformar la comisión dictaminadora, pues el núcleo disciplinario de las investigaciones interdisciplinarias en el que tienen experiencia no tiene una distribución equilibrada por áreas de conocimiento al concentrarse en las ingenierías.

La observación de McLeish y Strang (2016) de que la sola reunión de expertos en las disciplinas constitutivas de un trabajo interdisciplinario no garantiza la evaluación efectiva del trabajo en su conjunto aplica a la conformación de la Comisión Dictaminadora del Área Interdisciplinaria del SNI. En este sentido se justifica y sería recomendable que en esta comisión haya expertos en identificar las modalidades de IID para distribuir los casos entre los dictaminadores que tienen experiencia en cada modalidad.

Es importante señalar que la IID que consiste en crear grupos multidisciplinarios para abordar problemas sociales conceptualizados como sistemas complejos, definidos por la interrelación de procesos heterogéneos -es decir, susceptibles de estudiarse por diversas disciplinas- no está presente en la experiencia de trabajo de quienes integran la comisión del Área Interdisciplinaria, por lo que es necesario incorporar expertos en este tipo de estudios.

En este contexto de evaluación orientada al reconocimiento y el estímulo del trabajo de investigación de trayectorias profesionales individuales, se puede cumplir este requisito mínimo de incluir expertos en identificar las modalidades de IID, pues el Área Interdisciplinaria del SNI no se ciñe a modalidades de investigación interdisciplinaria en las que se puedan evaluar dimensiones adicionales de carácter epistémico como las indicadas en las propuestas de Klein (2004), Luengo (2012) y Lyall y King (2013). En todo caso, como señalan McLeish y Strang (2016), es importante reconocer que la evaluación de la IID requiere un marco más fundamental y no tanto crear criterios de evaluación adicionales. En el caso del SNI es necesario crear un área interdisciplinaria que incentive primordialmente los esfuerzos de formación en IID para el estudio de sistemas complejos definidos por la interrelación de procesos heterogéneos y de

campos importantes de conocimiento, tales como los estudios de género, los estudios de sustentabilidad, o sobre violencia e inseguridad, por ejemplo.

En este sentido, es necesario impulsar en México programas de formación en IID que contribuyan a crear una masa crítica de expertos en el diseño, la realización y la evaluación de proyectos interdisciplinarios que aborden específicamente el estudio de problemas complejos, pues la reestructuración del funcionamiento del SNI, que condujo a la creación del Área Interdisciplinaria para reconocer y estimular la realización de investigaciones orientadas a resolver los problemas nacionales más apremiantes, no ha centrado su atención en el desarrollo de este enfoque, el cual es clave para estudiar en su complejidad problemas de alto impacto social.

Los resultados de este trabajo plantean una cuestión interesante en materia de política científica concerniente a cómo impulsar trayectorias profesionales individuales que se fundamenten en el trabajo colaborativo interdisciplinario que no tiene un carácter complementario, sino integrador de procesos heterogéneos. Los alcances epistémicos y prácticos de la IID, que aborda problemas de gran relevancia social desde la construcción colectiva de objetos de estudio complejos, justifica abrir líneas de investigación sobre este tema en los estudios CTS, pues el impulso de la IID con estas características trasciende el ámbito de la evaluación y concierne también al estudio integral del diseño organizacional de la práctica científica y los procesos formativos desde enfoques de aprendizaje colaborativo, entre otros aspectos.

166

Como mencionamos en la introducción, este trabajo se enmarca en los estudios CTS que abordan las políticas de ciencia, tecnología e innovación orientadas al desarrollo de la investigación y la formación interdisciplinarias en México. El estudio de estas relaciones es un tema de análisis que está creciendo en América Latina, por lo que se requiere mayor comprensión sobre el desarrollo de los sistemas de promoción y evaluación de las actividades científicas en las que la investigación interdisciplinaria es una parte importante. La IID es una tendencia de los estudios CTS que se interesa en comprender los impactos de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, así como en la capacidad de la sociedad para influir en la orientación de la ciencia (Kreimer, Vessuri, Velho y Arellano, 2014).

Bibliografía

Bocco, G., Espejel, I., Hualde, A., Liedo, P. Olivé, L. Reyes, C., Robles, E. & Suárez, R. (2014). Evaluación de proyectos multi/inter/transdisciplinarios. Reporte de investigación. México: FCCyT.

Boisot, M. (1979). Disciplina e interdisciplinarietà. En L. Apostel, G. Berger, A. Briggs & G. Michaud (Eds.), *Interdisciplinarietà. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades* (99-109). México: ANUIES.

Boix, V. (2006). Assessing expert interdisciplinary work at the frontier: an empirical exploration. *Research Evaluation*, 15(1), 17–29.

Boix, V., Feller, I. & Gardner, H. (2006). Quality assessment in interdisciplinary research and education. *Research Evaluation*, 15(1) 69–74.

Casas, R., Corona, J.M., Jaso, M. & Vera-Cruz, A. (2013). *Construyendo el diálogo entre los actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*. México: FCCyT.

Castillo, E., González, E. O., Félix, D. & Rojas, D. (2017). *Programas de evaluación del trabajo académico en México Políticas, significados y efectos*. Sonora: Universidad de Sonora/Qartuppi.

Conacyt (2019a). *Lineamientos para el funcionamiento de las comisiones dictaminadoras y comisiones transversales del Sistema Nacional de Investigadores*. México: Conacyt. Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores/marco-legal/lineamientos-sin/13709-comisiones-dictaminadoras-y-transversales/file>.

Conacyt (2019b). *Convocatoria 2019 para la elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia para la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos*. México: Conacyt. Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-abiertas-fordecyt/fordecyt-2019-05/19509-convocatoria-fordecyt-2019-01-1/file>.

Conacyt (2020a). *Programa institucional 2020-2024 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. Diario Oficial de la Federación, junio 23. México: SEGOB. Recuperado de: <https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/normatividad/2-conacyt/4-conacyt/programa-institucional/programa-institucional-2020-2024/4925-programa-institucional-2020-2024/file>.

Conacyt (2020b). *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores*. Diario Oficial de la Federación, septiembre 21. México: SEGOB. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5600871&fecha=21/09/2020#gsc.tab=0.

Conacyt (2021a). *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación, abril 20*. México: SEGOB. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5616259&fecha=20/04/2021#gsc.tab=0.

Conacyt (2021b). *Criterios específicos de evaluación área IX: Interdisciplinaria*. México: Conacyt. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/511674151/Criterios-Especificos-Area-IX>.

Conacyt (2022a). *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores*. Diario Oficial de la Federación, 10 de agosto. México: SEGOB. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5660859&fecha=10/08/2022#gsc.tab=0

Conacyt (2022b). *Sistema Nacional de Investigadores Comisiones Dictaminadoras - Convocatoria 2022*. México: Conacyt. Recuperado de: https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/miembros_comisiones/Miembros_de_Comisiones_2022.pdf.

Dogan, M. & Pahre R. (1991). Hibridación: la recombinación de fragmentos de ciencias. En M. Dogan & R. Pahre, *Las nuevas ciencias sociales. La marginalidad creadora*. México: Grijalbo.

Dutrénit, G. & Sutz, J. (Eds.) (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo: la experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Recuperado de: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sistema_de_innovacion.pdf

García, R. (2006). *Sistemas complejos, conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.

Huutoniemi, K., Klein, J., Bruun, H. & Hukkinen, J. (2010). Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators. *Research Policy*, 39(1), 79-88.

Huutoniemi, K. & Rafols, I. (2017). Interdisciplinarity in research evaluation. En R. Frodeman, J. T. Klein & R.C.D.S. Pacheco (Eds.), *Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (498–512). Oxford: Oxford University Press.

Klein, J. (1990). *The evolution of interdisciplinarity. Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University.

Klein, J. (2004). Transdisciplinariedad: discurso, integración y evaluación. En L. Carrizo, M. Espina & J. Klein (Eds.), *Transdisciplinariedad y complejidad en el análisis social, documento base de MOST (Gestión de las transformaciones sociales)*. Montevideo: UNESCO. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136367>.

Klein, J. (2008). Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: a literature review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), 116-123.

Kreimer, P., Vessuri, H., Velho, L. & Arellano, A. (2014). Introducción. El estudio social de la ciencia y la tecnología en América Latina: miradas, logros y desafíos. En P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho & A. Arellano (Coords.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad* (7-27). México: Siglo XXI.

Kreimer P. & Vessuri, H. (2017). Latin American science, technology, and society: a historical and reflexive approach. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 1(1), 17-37. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/25729861.2017.1368622>.

Laursen, B., Motzer, N. & Anderson, K.J. (2022). Pathways for assessing interdisciplinarity: A systematic review. *Research Evaluation*, 31(3), 326–343. DOI: 10.1093/reseval/rvac013.

Loray, R. (2017). Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: tendencias regionales y espacios de convergencia. *Revista de Estudios Sociales*, 62, 68-80. DOI: 10.7440/res62.2017.07.

Luengo, E. (2012). Interdisciplina: criterios orientadores. En *Interdisciplina y transdisciplina: aportes desde la investigación y la intervención social universitaria*, Complexus, (2). México: CIFS-ITESO. Recuperado de: <https://rei.iteso.mx/handle/11117/635>.

Lyall, C. & King, E. (2013). *International good practice in the peer review of interdisciplinary research*. Edimburgo: University of Edinburgh. Recuperado de: https://www.pure.ed.ac.uk/ws/portalfiles/portal/23462094/Lyall_and_King_Interdisciplinary_Peer_Review.pdf.

McLeish, T. & Strang, V. (2016). Evaluating interdisciplinary research: the elephant in the peer-reviewers' room. *Palgrave Commun*, 2, 16055. DOI: 10.1057/palcomms.2016.55.

National Academy of Science, National Academy of Engineering & Institute of Medicine (2004). *The drivers of interdisciplinary research*. En *Facilitating interdisciplinary research* (26-40). Washington: National Academies Press.

Okamura, K. (2019). Interdisciplinarity revisited: evidence for research impact and dynamism. *Palgrave Commun*, 5, 141. DOI: 10.1057/s41599-019-0352-4.

Priego, D., Aguado, A., Espinal, J. Darszon, A. & Martínez-Mekler, G. (2020). Rasgos de criticalidad y complejidad en la fecundación. *Interdisciplina*, 8(20), 93-112.

Repko, A. & Szostak, R. (2012). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*. Los Angeles: Sage.

Scurati C. (1977). Interdisciplinarietà, didattica y realizzazioni. En C. Scurati & E. Damiano (Eds.), *Interdisciplinarietà y didattica*. La Coruña: Editorial Adana.

Viales, R., Sáenz, R. & Garita, M. (2021). The problem of scientific policies in Central America (1980–2020): the tension between innovation and social cohesion in a global context. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 4(1). Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/25729861.2021.1876314>.

Vienni, B. (2016). Entre instituciones, espacios y redes: ámbitos interdisciplinarios y transdisciplinarios en América. *INTERdisciplina*, 4(10), 9-21.

Villa-Soto, J. C. & Blazquez, N. (2016). Interdisciplinary Education and Research in Mexico. *Issues in Interdisciplinary Studies*, 34, 143–163.

Villa-Soto, J. C., Mendoza, R. & Moncada, L. (2004). Clasificación de la interdisciplina. Relación entre los dominios material y conceptual de las ciencias. Colección Conceptos. México: CEIICH-UNAM.

Villa-Soto, J. C., Ribeiro Palacios, M. & Blazquez Graf, N. (2022). Interdisciplinary projects and science policies in Mexico: divergences and convergences. En B. Vienni &

J. Klein (Eds.), *Institutionalizing Interdisciplinarity and Transdisciplinarity. Collaboration across Cultures and Communities* (43-56). Londres: Routledge.

Villa-Soto, J. C. & Vienni, B. (2018). Legitimación del quehacer interdisciplinario: El caso de estudio del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. *Ideação. Revista do Centro de Educação, Letras e Saúde*, 20(1), 91-106.