

**La ciencia de la ciencia en equipo.
Un área para optimizar la investigación ***

**Da ciência da ciência da equipe.
Uma área para otimizar a pesquisa**

***The Science of Team Science.
An Area for Optimizing Research***

**Ruth Elizabeth Hernández Ibarra ,
Harold Méndez Almaguer  y Gerardo Morales Jasso  ****

La “ciencia de la ciencia en equipo” es un área relativamente nueva, principalmente desarrollada en el ámbito anglosajón de las ciencias de la salud, que estudia la ciencia en equipo y busca mejorar su desempeño. A partir de una revisión bibliográfica, este artículo busca sintetizar cómo surgió, en qué consiste, qué intereses tiene, cuáles son sus aportes y qué lectura crítica puede hacerse de ella desde los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. Además, el artículo mapea gráficamente a posibles equipos científicos de distintas disciplinas y propone una aproximación matemática para generar una base desde la cual evaluar su eficiencia.

73

Palabras clave: vida académica; ciencia en equipo; ciencia colaborativa; propuestas

A “ciência da ciência em equipe” é uma área relativamente nova, desenvolvida principalmente no âmbito anglo-saxão das ciências da saúde, que estuda a ciência em equipe e busca melhorar seu desempenho. A partir de uma revisão bibliográfica, este artigo procura sintetizar como surgiu, em que consiste, quais são os seus interesses, quais são as suas contribuições e que leitura crítica se pode fazer a partir dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, o artigo mapeia graficamente possíveis equipes científicas de diferentes disciplinas e propõe uma abordagem matemática para gerar uma base a partir da qual avaliar a sua eficiência.

Palavras-chave: vida acadêmica; ciência em equipe; ciência colaborativa; propostas

* Recepción del artículo: 03/02/2025. Entrega del dictamen: 15/05/2025. Recepción del artículo final: 09/10/2025.
 ** Ruth Elizabeth Hernández Ibarra: profesora de la Academia de Núcleo General en la Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), México. Correo electrónico: ruth.e.hdz.89@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-7310>. Harold Méndez Almaguer: director académico del Centro de Evaluación y Certificación Nacional, México. Correo electrónico: harold.mendez@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0012-6029>. Gerardo Morales Jasso: becario posdoctoral de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. (IPICYT), México. Correo electrónico: gerardosansa@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2328-1143>.

The “science of team science” is a relatively new field, mainly developed in the Anglo-Saxon sphere of health sciences, which studies team science and seeks to improve its performance. Based on a review of the existing literature, this article summarizes its emergence, its interests and contributions, and the critical reading that can be made of it from the perspective of science, technology and society studies. In addition, this article graphically maps possible scientific teams from different disciplines and proposes a mathematical approach to generate a basis from which to evaluate their efficiency.

Keywords: *academic life; team science; collaborative science; proposals*

Introducción

La expansión de la interdisciplina (Klein, 1990), la *big science*, la tecnociencia (Echeverría, 2003; Kastenhofer & Schmidt, 2011) y la ciencia posnormal (Ayestarán & Funtowicz, 2010) han generado cambios en los sistemas sociales y científico-tecnológicos (Olivé, 2007), así como en la política de la ciencia en distintos países que, sin volcar el conocimiento a lo comunitario en el sentido del *ethos* mertoniano (Richards, 1987), han empujado a la ciencia al trabajo colaborativo o ciencia en equipo. Las ciencias naturales, las ciencias experimentales, las ciencias de la salud y las tecnologías han sido fuertemente impactadas por el trabajo colaborativo debido a la gran cantidad de datos disponibles y/o necesarios para estudiar la complejidad creciente de las preguntas de investigación y diseño (Baker, 2015). Esto supone cambios en el campo académico y su búsqueda de reconocimiento, crédito y prestigio, pues exige una mejora constante en un ámbito ya de por sí competitivo (Bourdieu, 1994; Bennet *et al.*, 2018).

Sin embargo, hay académicos que prefieren trabajar de forma individual por diferentes razones, entre ellas: i) que, desde valores individualistas, se han fortalecido prácticas académicas de competición entre colegas, donde el *habitus* científico evita delegar tareas y responsabilidades, al guiarse bajo la hipótesis “si no lo hago yo, no estará bien hecho”; y ii) que lo colaborativo supone la posibilidad de enfrentar conflictos y hay quienes prefieren huir de ellos (Bennet *et al.*, 2018).

“La percepción popular” es que la ciencia sigue dominada por los logros individuales (Cheruvelil & Soranno, 2018, p. 818), pero se identifica la tendencia al incremento de la coautoría múltiple en los artículos científicos en varias disciplinas (Turner & Baker, 2020). Esta transformación se ha caracterizado como la “revolución de la ciencia en equipo”, que implica en los equipos científicos una mayor cantidad de colaboradores y de diversidad disciplinaria (Bozeman & Youtie, 2017, p. 2). De hecho, un estudio del 2007 encontró que las ciencias físicas y las ciencias de la vida son las que más publican trabajos en equipo (Baker, 2015). Las ciencias sociales y humanidades¹ también han sido impactadas por esta tendencia, aunque en menor medida, pues su cultura investigativa sigue valorando altamente el trabajo individual (Bennet *et al.*, 2018; Pérez, 2007).

75

A pesar de que, en general, el trabajo en equipo académico ha aumentado y los equipos científicos han tendido a incrementar su tamaño y diversidad, aún se requieren conocimientos y prácticas para crear y mantener equipos productivos (Cheruvelil & Soranno, 2018), no solo porque no todos los académicos de las diversas disciplinas tienen el mismo grado de experiencia en el trabajo en equipo, sino también debido a que los investigadores “están más interesados en hacer ciencia que en atender las sutilezas de las dinámicas de grupos” (Bennet *et al.*, 2018, p. 94). Por ello, los equipos

¹ Donde se puede argumentar que ya colaboran en los libros que coordinan a diferentes autores individuales o en los comités de tesis. Pero esas actividades suponen una colaboración mínima, un equipo con muy baja integración, de modo que no es esa colaboración a la que nos referimos aquí.

llegan a ser formados y mejorados mediante ensayo y error, sin una sistematización más allá de lo meramente empírico. De este modo, aunque los equipos académicos están conformados por profesionales, se requiere la profesionalización de su trabajo en equipo. De allí la importancia de los estudios y las reflexiones sobre la investigación colaborativa y el trabajo colegiado (Haberlein, 1988; Fonseca, 2020; Alcántara & Barrera, 2020; Pérez, 2020; Santiago, 2020). Es en la ciencia de la ciencia en equipo (*science of team science*, en adelante SciTS) donde encontramos los textos que más han realizado una sistematización sobre qué es el trabajo en equipo académico y cómo mejorarlo.

La SciTS es un área interdisciplinaria que surgió en las ciencias de la salud hace casi dos décadas (Huang *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2020; Bozeman & Youtie, 2013). Si bien, desde finales de la Segunda Guerra Mundial, ya destacaban esfuerzos por organizarse con otros expertos para contribuir a un proyecto común (Pérez, 2007), tomar en cuenta los aportes de la SciTS permitirá superar la fase de integración colaborativa basada en la experiencia y transitar a una etapa basada en métodos y teorías sistematizadas en las que los investigadores se apoyen de forma honesta y franca.

La SciTS se ha enfocado en el estudio de equipos que atienden problemáticas complejas y de gran escala, tanto social como ambiental, y que por su naturaleza requieren de la colaboración de personas provenientes de distintos ámbitos institucionales, geográficos y/o disciplinares para lograr sus objetivos (Huang *et al.*, 2023). Aunque la SciTS no es ampliamente conocida fuera de su entorno de origen, sus propuestas pueden retomarse por otras áreas y disciplinas, incluso fuera de las ciencias. De este modo, la SciTS puede incidir positivamente en las crisis de las humanidades,² pues el trabajo en equipo presenta ventajas como que las habilidades de los académicos se complementan (Zamora-Bonilla & González, 2014), que se logran los fines comunes con mayor rapidez y eficiencia (González & Gómez, 2014) y que facilita la mejora de la calidad de las investigaciones (Little *et al.*, 2017), así como el abordaje de objetivos de investigación más ambiciosos que los acometidos en solitario.

Si dos o más individuos colaboran, el equipo tendrá más conocimiento que sus miembros individuales, y habrá mayores posibilidades de que juntos posean las técnicas necesarias para la investigación, siendo más probable el uso más efectivo del talento de sus integrantes. Asimismo, colaborar puede facilitar la obtención de fondos y puede ahorrar costos, coadyuva a generar las redes de contactos y estimula la creatividad de los miembros del equipo (Katz & Martin, 1997). Además, los autores más prolíficos tienden a colaborar con frecuencia (Katz & Martin, 1997), y los trabajos colaborativos son más citados y tienen mayor impacto que las investigaciones individuales (Baker, 2015; Bozeman & Youtie, 2017; Robinson-García & Amat, 2018),

² Como las crisis de distanciamiento con las ciencias, financiamiento, menoscabo por su supuesta utilidad en un contexto de racionalidad instrumental, pluralidad paradigmática, accesibilidad a la ciudadanía, embate mercantilista, cierres de carreras por enfoque en "las necesidades del mercado" y la supresión de materias de humanidades en educación media (Barros, 2025; Morales-Jasso *et al.*, 2023; Grupo estudiantil de filosofía aplicada a la sociedad, 2020; Castro *et al.*, 2020; Cordua, 2012).

presentándose entonces mejores oportunidades de circulación si es interinstitucional e interdisciplinaria (Aguado-López *et al.*, 2017). De este modo, esta forma de trabajo puede contribuir al rápido avance de la innovación científica y tecnológica que, además de incidir en el impacto de la investigación, podría aumentar su novedad, productividad y alcance (National Research Council, 2015).³

No obstante, además de beneficios que variarán según el área del conocimiento y la interacción entre los miembros, este tipo de trabajo conlleva costos y dificultades debido a la integración de diferentes culturas colaborativas y de gestión institucional, así como a diferencias entre investigadores. Esto plantea retos tanto por requerir mayor esfuerzo para gestionar actividades, como respecto a las habilidades sociales necesarias para la colaboración (que no siempre están presentes), pues se precisa arreglar los desacuerdos (Katz & Martin, 1997; González & Gómez, 2014). Aquí, la SciTS contribuiría a disminuir dichos costos y dificultades, aumentando los beneficios de la colaboración académica.

Por lo tanto, este artículo aborda las bases para la investigación en equipo. Ésta requiere un cambio en la cultura académica tanto de las disciplinas e instituciones que aún reproducen el modelo de trabajo de la *small science*, como de las que adaptan el trabajo en equipo de forma empírica, sobre la marcha, sin que todos sus integrantes compartan la misma concepción de lo que es trabajar en equipo (Bennett *et al.*, 2018), lo cual dificulta acordar cómo mejorarlo. Así, se busca propiciar y arraigar el cambio hacia una cultura colaborativa (políticas, discursos, valores y prácticas) cotidiana desde las SciTS, que se puede conceptualizar como un subconjunto de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), aunque los orígenes de ambas áreas interdisciplinarias no estén directamente relacionados. Este texto pretende ser una modelización de un tema que requiere atención en la SciTS: una generalización de las problemáticas de los equipos académicos que busca cimentar su eficiencia utilizando herramientas discursivas y abstractas de las matemáticas, sin pretender ser empírica ni estadística.

77

1. Eficiencia

Tras la Segunda Guerra Mundial, los políticos consideraron fundamental evaluar la investigación científica, y lo que en ella se invierte (Pérez, 2007). Actualmente, al ser financiada la investigación, ya sea por particulares, organizaciones internacionales o los gobiernos, se ha institucionalizado su evaluación, calidad y pertinencia según criterios internos a las universidades y centros de investigación y externos (como el mercado, el bienestar social o las prioridades estratégicas gubernamentales).

Al existir diversos criterios y valores subyacentes, en la evaluación académica (Hernández-Falcón *et al.*, 2020; Lattuada, 2014) interesa a directivos de los centros o

³ Vale la pena considerar lo que Jonathon Cummings señala al respecto, pues advierte que “no observamos todas las colaboraciones fallidas [...] hay una relación entre tener más autores y tener un impacto mayor, pero es difícil saber si se trata de causación o de una correlación” (citado en Baker, 2015, p. 640).

universidades y a financiadores el uso eficiente de los recursos y la pertinencia de los resultados (Martínez *et al.*, 2014), porque las evaluaciones buscan fomentar y asegurar la calidad de las labores de los académicos (Medina & Rico, 2014).

La eficiencia académica se puede vincular con criterios económicos que parten de la idea de conseguir un mayor resultado a un menor costo, de modo que se llega a disminuir la calidad. Por eso, con el texto se busca el reconocimiento de la investigación colaborativa como una alternativa para efficientizar la academia y favorecer la creatividad y la innovación, pero no desde un énfasis productivista o empresarial (Ibarra & Barrera, 2020; Estrada & Alejo, 2020; Santiago, 2020; Fonseca, 2020; Alcántara & Barrera, 2020). Si bien el financiamiento puede ser importante para el desarrollo de los objetivos de un proyecto, no garantiza el resultado esperado. Tomemos un ejemplo deportivo: el equipo francés de fútbol Paris Saint Germain fue adquirido por fondos catariés y tuvo una increíble suma de dinero a su disposición para contratar superestrellas y construir equipos de ensueño, pero en 12 años no logró su objetivo principal: hacerse con la Champions League. Esto ilustra que, en un equipo, en tanto es un sistema, la consecución de sus objetivos no depende de unas pocas relaciones o subsistemas, sino de su articulación. Para nosotros, la eficiencia no se refiere a un concepto capitalista, sino a una relación en la que se hace un mayor trabajo con un menor esfuerzo y/o tiempo. Es menos eficiente que una persona cargue 50 kilogramos con la espalda a que lo haga con las piernas, aunque cargarlos con una palanca sería aún más eficiente. Incluso, habría palancas más eficientes que otras, pues, a mayor distancia entre el punto de apoyo y la fuerza aplicada, menor fuerza se hará. Este es básicamente el concepto de eficiencia de la física, que refiere a la proporción de energía o trabajo respecto de la energía suministrada. Incluso, nuestra concepción de la eficiencia es compatible con la de la ingeniería, donde puede ser vista como la relación óptima entre *input* y *output*.

En cuanto a objetivos, nuestro concepto de eficiencia también implica algo que podría ser considerado un mayor gasto calórico, aunque a la larga pueda generar mayores beneficios. Por ejemplo, durante 2016, en los Juegos Olímpicos de Río de Janeiro, el sudafricano Wayde van Niekerk obtuvo el récord mundial en 400 metros planos con un tiempo de 43,18 segundos. Sin embargo, ese tiempo es 17% más lento que el récord de 4x100 metros masculino que logró el equipo de Jamaica en Londres 2012, con 36,48 segundos. Asimismo, es más eficiente llevar una dosis de insulina del punto *a* al punto *b* caminando que corriendo. No obstante, si fuera urgente, sería preferible correr, aunque la energía gastada fuera mayor. Si el tiempo apremiara para que la insulina llegara a su destino, sería más confiable trasladarla mediante una carrera de relevos. Así, la eficiencia de un trabajo dependerá de los objetivos propuestos. De modo que lo que es considerado óptimo dependerá de los objetivos propuestos.

No planteamos hacer las investigaciones con menor financiamiento, con mayores métricas de retorno o que se procure financiar lo que favorezca la ganancia comercial, sino que se realicen en menor tiempo o con menor esfuerzo y que se amplíen sus alcances sin incrementar el tiempo o esfuerzo de cada investigador. Así, no se persigue que el investigador se someta a las necesidades del capital, sino que: a) disminuya el tiempo en que logra sus objetivos; b) disminuya el trabajo que requiere conseguirlos;

y/o c) se utilice el mismo tiempo y la misma energía para realizar proyectos con mayores alcances que el tiempo y la energía que dedicaba a los proyectos que acostumbra a elaborar. Es decir, que no trabaje de más, sino que lo haga más inteligentemente. Esto podría coadyuvar a atender problemas académicos como la precarización de la docencia y la investigación bajo el modelo tecnócrata neoliberal (Anaya *et al.*, 2024; Ortega, 2021; Corona, 2020), la falta de impacto e incidencia de disciplinas como las ciencias sociales y humanidades, y la falta de financiamiento a las investigaciones. Entonces, conceptualizamos la eficiencia académica como “el nivel de logro de los objetivos formativos, según el grado de optimización de los recursos” disponibles, lo que “puede operacionalizarse de distintas formas” vinculadas a la relación entre los recursos y los impactos en el desarrollo de la ciencia, los impactos sociales o ambientales (Hernández-Falcón *et al.*, 2020).

En las evaluaciones académicas, cada vez se usan más los datos sobre las actividades académicas, pero las métricas de calidad no pueden sustituir la valoración de expertos, pues proliferan datos inexactos, indicadores mal aplicados y mal informados, por lo que se puede dañar el sistema científico con los instrumentos diseñados para mejorarlo (Hicks *et al.*, 2015). Para evaluar la calidad de las investigaciones, generalmente se deja de lado, por ejemplo, la pertinencia de las investigaciones, centrándose en el fetichismo de los indicadores, los factores de impacto y la citación (Salatino & López, 2021), instrumentos creados originalmente con otros fines (Lattuada, 2014). Cuando se trata de evaluar los centros de investigación, se examina la producción bibliográfica y los índices de impacto. Pero existen limitaciones al uso de dichos criterios cuantitativos para evaluar y gestionar la ciencia (Salatino & López, 2021), pues una investigación puede ser metodológicamente correcta y tener una bibliografía actualizada, sin ser pertinente socialmente (Jacovkis, 2015). Sin embargo, las revistas en cuartiles altos no necesariamente buscan investigaciones pertinentes, local o regionalmente, en las que los investigadores prioricen su responsabilidad social y asuman un rol activo frente a su comunidad y sus prioridades (Martínez *et al.*, 2014; Lattuada, 2014). En respuesta a lo anterior, la evaluación de la eficiencia académica se plantea de acuerdo con los diez principios del Manifiesto de Leiden, con los que la evaluación de la investigación se dirige a aumentar la calidad disminuyendo perspectivas sesgadas (Hicks *et al.*, 2015).

79

Aunque los científicos aspiren a satisfacer criterios como originalidad local, novedad, pertinencia, relevancia y demanda (Martínez *et al.*, 2014), nuestra propuesta no busca evaluar los resultados de las investigaciones. Independientemente de si la investigación se evalúa con criterios de relevancia social, de calidad académica o con el fetichismo de los índices de productividad, la SciTS facilita la consecución de los objetivos y la evaluación que proponemos pretende que se encuentren procesos que hagan los procesos de los investigadores más eficientes. A continuación, se sintetiza la SciTS con base en una revisión bibliográfica multidisciplinaria sobre el trabajo en equipo y el trabajo colaborativo en la academia. Con base en dicha revisión, definimos el trabajo colaborativo y el trabajo en equipo desde perspectivas ajenas a la SciTS para luego hacerlo desde ésta. Como esta caracterización se realiza desde los estudios CTS, consideramos que la SciTS es ciencia en tanto investiga empíricamente los equipos académicos, pero al utilizar los hallazgos científicos para eficientizar la ciencia se vuelve una sociotecnología como la mercadotecnia, el derecho y la psicología clínica (Morales *et al.*, 2021). Más que una ciencia del trabajo en equipo, la SciTS es tecnología

del trabajo en equipo dirigida a transformarlo y mejorarlo, y puede entenderse como un área interdisciplinaria que es en parte ciencia, en parte tecnología social, y que también puede proceder como tecnociencia (Ayestarán & Funtowicz, 2010).

2. Antecedentes

2.1. Conceptualización

La SciTS ha retomado los estudios en equipo que se han hecho desde los deportes, lo militar y los negocios (Baker, 2015). En las ciencias sociales (particularmente en economía, sociología y política pública), se ha publicado sobre la colaboración en la investigación, entendida como “el proceso social de reunir capital humano e instituciones en la producción de conocimiento” (Bozeman & Youtie, 2013, pp. 12-13). Se distingue entre el grupo y el equipo en que este último supone cooperación y corresponsabilidad (Fonseca, 2020). Es decir, la mera reunión de personas que separan una tarea y se reparten los trozos resultantes no puede ser considerado un equipo (Sáez, 2008). Entonces, no es lo mismo un grupo escolar que formar un equipo deportivo en él, entrenarlos, darles un objetivo común y ponerlos a jugar un torneo contra equipos de otros grupos. Un grupo es un conjunto; un equipo es un sistema caracterizado por sus interrelaciones (Kim, 1999), integrándose con esfuerzos para ello (Stone, 1969).

80

Desde la educación también se han desarrollado definiciones, reflexiones y marcos teóricos sobre la colaboración (Estrada & Alejo, 2020; Vaillant, 2016). El trabajo colaborativo se caracteriza por una fuerte interdependencia entre los miembros del equipo, una motivación y unos objetivos compartidos, relaciones recíprocas que tienden a la simetría, la corresponsabilidad, el manejo de habilidades comunicacionales, la complementariedad de las habilidades de los miembros y la asignación de tareas en función de los ellas, sus conocimientos y posibilidades (Pérez, 2020).

En México, la Subsecretaría de Educación Media Superior (2015) distingue entre trabajo en equipo y trabajo colaborativo. Caracteriza al primero como correspondiente a grupos heterogéneos, con responsabilidad individual y de liderazgo definido, mientras que al segundo lo considera como de grupos homogéneos, de liderazgo y responsabilidad compartidas. Además, plantea que el objetivo del primero es completar un proyecto, mientras que el del segundo es el aprendizaje, aunque no se presentan argumentos que sustenten dicha afirmación. Así, en este artículo se puede considerar que lo que se teoriza para el trabajo colaborativo aplica para el trabajo en equipo (Ibarra & Barrera, 2020), pues ambos suponen ir más allá del grupo y la cooperación, pudiendo definirse como el proceso generado por un sistema formado por individuos que comparten un objetivo común, requiriendo integración, metas comunes, compromisos, corresponsabilidad, solidaridad y ayuda mutua (Ibarra & Barrera, 2020). Sin embargo, en ambos hay un espectro que va de menor a mayor colaboración y de menor a mayor integración de los miembros del equipo.

Por su parte, los estudios bibliométricos y los estudios de la ciencia han destacado que los marcos institucionales actuales tienden a encuadrar la producción académica

en una lógica individualista (Belmont *et al.*, 2016). Asimismo, con base en referencias obtenidas de dichas corrientes, se puede caracterizar a los colaboradores como aquellos que trabajan en un proyecto de forma frecuente o sustancial, que son responsables por uno o más de los elementos principales de la investigación, como su diseño, la construcción del equipo de experimentación, su ejecución, el análisis y la interpretación de los datos, y la escritura de los resultados, aunque también puede incluir a quienes desarrollaron la hipótesis y la interpretación teórica, a quien propuso el proyecto original y a quien gestiona el equipo de investigadores (Katz & Martin, 1997).

Dónde inicia y termina la colaboración es asunto de una convención social que depende de disciplinas específicas; puede ir desde ofrecer un consejo hasta la participación activa en la investigación, la cual varía de lo sustancial a lo casi despreciable. Muchos proyectos se inician como resultado de conversaciones informales entre investigadores y terminan en compromisos colaborativos. No obstante, en la investigación, la colaboración no siempre termina en coautoría, ya que en un proyecto los autores pueden publicar por separado, así que la coautoría es un indicador imperfecto de colaboración (Katz & Martin, 1997; Mathiasson, 1968).

Desde la SciTS se ha considerado que la investigación colaborativa no siempre es lo mismo que ciencia en equipo: aunque haya más similitudes que diferencias, la bibliografía sobre la colaboración en la investigación es más amplia, ya que suele interesarse más en los agentes institucionales e influencias políticas a gran escala (Bozeman & Youtie, 2017). Por su parte, la bibliografía sobre SciTS hace mayor énfasis en la “investigación translacional”, la cual alude a la “transformación de los resultados de la investigación básica y precomercial en nuevas prácticas, patentes, productos, avances técnicos y tratamientos” (Treise *et al.*, 2016, citado en Bozeman & Youtie, 2017, p. 14). Asimismo, la literatura sobre SciTS tiene raíces en la psicología organizacional, altamente formada en ciencia en equipo interdisciplinaria (Cheruvilil & Soranno, 2018). Finalmente, los estudios sobre colaboración en la investigación y acerca de la SciTS recurren a enfoques cualitativos, estudios de caso, encuestas y experimentos de campo, mientras que los estudios de colaboración se valen más de la bibliometría y la cienciometría (Bozeman & Youtie, 2017). Así, se requiere poner en comunicación la SciTS con otras tradiciones.

81

2.2. Ciencia de la ciencia en equipo

Antes de abordar de forma puntual en qué consiste la SciTS y sus aportes, es pertinente entender cómo se concibe a la ciencia en equipo desde esta área interdisciplinaria. De acuerdo con Huang *et al.* (2023), la definición considerada el estándar de oro para el concepto de ciencia en equipo es la planteada desde el ámbito de la salud por los National Institutes of Health (en adelante NIH, agencia gubernamental estadounidense), ésta conlleva el trabajo en conjunto desde “diferentes campos de la salud [...] para integrar sus conocimientos, habilidades y perspectivas en proyectos de investigación con un enfoque clínico” (National Research Council, 2015, citado en Huang *et al.*, 2023, p. 4). Para Liu *et al.* (2020), el término alude al estudio del proceso colaborativo mediante el cual se comparten información, recursos y experticia entre individuos, unidades administrativas y varias disciplinas, aunque también consideran que puede darse en una misma.

La ciencia en equipo se ha definido también como ciencia colaborativa e interdisciplinaria que se apoya en miembros con formación en diferentes ramas o disciplinas que trabajan juntos para maximizar el funcionamiento del equipo al combinar e integrar sus conocimientos, perspectivas y habilidades en proyectos de investigación (Little *et al.*, 2017; Cheruvilil & Soranno 2018; Bennett *et al.*, 2018).

Por su parte, para el National Research Council (2015) de Estados Unidos, la ciencia en equipo consiste en la colaboración científica realizada de forma interdependiente entre los miembros de un equipo. En general, dichas conceptualizaciones parten de entender a la colaboración como un proceso en el que se contribuye desde la diversidad.

La ciencia en equipo implica una investigación integrada que supone la colaboración, pero supera lo meramente colaborativo (Bennett *et al.*, 2018), entendiendo la colaboración científica como aquella manera en que interactúan los productores de conocimiento en que se facilita la comunicación e intercambio eficaces; compartir competencias, recursos y habilidades; comunicar y generar resultados en conjunto (Ynálvez & Shrum, 2011, citado en Turner & Baker, 2020).

2.2.1. Caracterización de la SciTS

De acuerdo con Huang *et al.*, la SciTS se origina en Estados Unidos ante la escala y la complejidad de las problemáticas en la investigación biomédica. En 2004 los NIH promovieron “la exploración de nuevos modelos organizacionales” para la ciencia en equipo bajo una propuesta que contemplaba incluir “centros exploratorios de investigación interdisciplinaria y formación para un nuevo personal de investigación interdisciplinario” (2023, pp. 4-5). Al año siguiente, el National Cancer Institute (en adelante NCI, parte del NIH) organizó una reunión en la que se establecieron las directrices de una primera conferencia sobre la SciTS. Ésta se llevó a cabo en 2006 y se considera como el inicio oficial del campo en cuestión, pues en ella se planteó de manera formal el concepto de la SciTS (Huang *et al.*, 2023; Baker, 2015).⁴

El contexto en que nació la SciTS ha sido referido como el de una “revolución de la ciencia en equipo”, la cual implica que en los equipos científicos hay mayor cantidad de colaboradores y de diversidad disciplinaria (Bozeman & Youtie, 2017, p. 2). Desde la perspectiva estadounidense, esta revolución se relaciona con cambios en la “comercialización de la investigación académica”, en la “diversidad de género”, en problema éticos y sobre la contribución de los miembros del equipo, en “la toma de conciencia sobre la ‘ciencia de equipo’, incluidas nuevas políticas y enfoques para entender y gestionar la colaboración en la investigación”, así en como la multiculturalidad en la configuración de los equipos, asociada al “cosmopolitismo colaborativo” (Bozeman & Youtie, 2017, pp. 2-3). Dicho cosmopolitismo refiere a que las colaboraciones transnacionales están facilitadas por la tecnología y la

⁴ Huang *et al.* (2023) señalan que la conferencia de 2006 fue la primera Annual International Science of Team Science Conference. Baker (2015) y Bozeman y Youtie (2017) refieren que ésta se tituló “*The Science of Team Science: Assessing the Value of Transdisciplinary Research*”; asimismo, Baker (2015) y Falk-Krzesinski *et al.* (2010) anotan como la primera conferencia internacional de la SciTS a una realizada en 2010.

globalización, y surgen en la medida en que colaboran investigadores de la industria y de las universidades, así como investigadores de diferentes disciplinas (Bozeman & Youtie, 2017).

En ese marco, hace casi dos décadas ya se destacaba que las publicaciones de varios autores tienen un mayor impacto que las individuales (Wuchty *et al.*, 2007, citado en Liu *et al.*, 2020), afirmándose más recientemente que la mayoría de la ciencia contemporánea es ciencia en equipo (Bozeman & Youtie, 2017). Particularmente, se ha reportado que en las ciencias básicas predominan los artículos con cuatro o cinco autores, y que el crecimiento exponencial en autores responde a lo que Stokols (2018) refiere como una “explosión del conocimiento en varios campos” (citado en Turner & Baker, 2020, p. 75). No obstante, habría que considerar también que la complejidad de las problemáticas estudiadas ha hecho necesario el trabajo colaborativo y entre disciplinas. Por ejemplo, Huang *et al.* (2023) refieren a retos contemporáneos sociales y ambientales.

Liu *et al.* (2020) destacan como objetivos de la SciTS: “a) encontrar los factores internos y externos que maximizan la eficiencia, productividad y eficacia de la ciencia en equipo, y b) aplicar el conocimiento obtenido para mejorar la eficacia de la colaboración” (p. 941). Así, para facilitar un trabajo en equipo eficiente desde este ámbito, se aborda la forma en que se logran los avances y cuáles circunstancias inciden en la efectividad de las colaboraciones, ya sea facilitándola o entorpeciendo (Liu *et al.*, 2020). Además, estudian las características, los procesos y los resultados del trabajo en equipo científico. Por ello, abarca las características de los propios equipos:

83

- Organización y estructura.
- Dinámica y forma de investigar.
- Comunicación a su interior y cómo facilitarla entre áreas temáticas mediante la terminología.
- Atributos de liderazgo eficaz (Huang *et al.*, 2023; Falk-Krzesinski *et al.*, 2010; Baker, 2015; Stokols *et al.*, 2008, citado en Liu *et al.*, 2020).

Por su parte, Falk-Krzesinski *et al.* precisan que la SciTS “se centra en comprender y mejorar las condiciones previas, los procesos de colaboración y los resultados” del trabajo en equipo, respecto a los descubrimientos científicos, “los resultados educativos y la traducción de los resultados de la investigación en nuevas prácticas, patentes, productos, avances técnicos y políticas” (2010, p. 263). De este modo, se interesa por comprender las expectativas y los retos de los equipos diversos con profunda integración de conocimientos, particularmente en proyectos que persiguen innovaciones prácticas y científicas (National Research Council, 2015). De este modo, estudia, comprende, gestiona y evalúa la colaboración, los resultados de la ciencia en equipo y las circunstancias que facilitan o dificultan la eficacia de su trabajo conjunto (Little *et al.*, 2017; Cheruvelil & Soranno, 2018; Falk-Krzesinski *et al.*, 2010). Así pues, entre sus preocupaciones se encuentran:

“[...] enfocarse en unidades de análisis muy diversas que van desde el nivel del equipo hasta contextos organizativos, institucionales y de política científica más amplios [...] comprender la estructura multired de la colaboración científica [...] [y] establecer criterios de consenso fiables y válidos para evaluar los procesos y resultados de la ciencia en equipo; y centrarse en objetivos translacionales y educativos, además de científicos” (National Research Council, 2015, p. 49).

Falk-Krzesinski *et al.* (2011) mapearon los temas de interés en este ámbito. Solicitaron a varios participantes enunciar los aspectos de investigación que, a su consideración, debían ser parte de una agenda de investigación exhaustiva en este ámbito, valorando además su importancia relativa.⁵ Los resultados se agruparon por afinidad en siete clústeres y cuatro regiones:

- “Metaproblemáticas”: conformada por los conjuntos de medición y evaluación de la ciencia en equipo, definiciones y modelos de ciencia en equipo.
- “Equipo”: región conformada por el clúster denominado “dinámicas disciplinares y ciencia en equipo”.
- “Tuercas y tornillos”: está comprendida en la región anterior. Abarca la estructura y el contexto de los equipos, sus características y dinámicas.
- “Apoyo”: integra apoyo institucional y desarrollo profesional para equipos, su gestión y organización (Falk-Krzesinski *et al.*, 2011, p. 152).

De acuerdo con el citado estudio, de los diez enunciados a los que se dio mayor importancia relativa, la mitad son parte del conjunto de medición y evaluación de la ciencia en equipo. Estos enunciados, en orden de importancia son:

- Medición de constructos clave (como colaboración, disciplinariedad, eficacia del equipo, sinergia, conocimientos compartidos).
- Claves para el éxito de la ciencia en equipo.
- Evaluación de la SciTS y sus repercusiones.
- Buenas prácticas de la SciTS.
- Medición de la eficacia de la ciencia en equipo a distintos niveles: equipo individual, impacto de la investigación, eficacia de los programas de financiamiento.
- Evaluación del éxito de los centros de investigación basados en la ciencia de equipo.

⁵ Los participantes fueron investigadores que practican la SciTS, que estudian los equipos científicos, financiadores o responsables de las políticas de la ciencia en equipo, profesionales del desarrollo de la investigación, proveedores de datos y desarrolladores de análisis (Falk-Krzesinski *et al.*, 2011).

- Políticas organizativas de fomento a la ciencia en equipo.
- Relación entre productividad y composición de los equipos.
- Comparación entre ciencia en equipo y ciencia tradicional.
- Recursos e infraestructuras necesarios dentro y entre las instituciones para fomentar la colaboración y la ciencia en equipo (Falk-Krzesinski *et al.*, 2011).

2.2.2. Tipos de equipos

En la bibliografía sobre SciTS (Huang *et al.*, 2023), se ha considerado que un equipo es un grupo formal cuyos miembros trabajan de manera organizada, interdependiente y complementaria para lograr un objetivo en común cumpliendo determinados estándares y responsabilidades. Según Liu *et al.*, el objetivo consiste en “descubrir algo nuevo a través de la investigación, compartiendo información, recursos y conocimientos” (2020, p. 938). En este sentido, es pertinente tener en cuenta lo que Huston precisó, desde 1955, respecto a que un equipo solo es valioso si es más efectivo que sus miembros trabajando individualmente (Stone, 1969).

Al respecto, Cheruvilil *et al.* (2014b) presentan una clasificación en función del rendimiento del equipo.⁶ Para ellos, los “seudoequipos” se caracterizan por tener el rendimiento más bajo y resultados “inferiores a lo que los miembros individuales podrían haber previsto lograr por sí solos”. Sus miembros tienen “poca formación o interés en trabajar en equipo”, le ven poca necesidad y “perciben competencia dentro del equipo”. Existen también los “equipos desequilibrados”, en los que el rendimiento en conjunto no se obstaculiza, pero “no supera el del miembro del equipo con mayor rendimiento”. Asimismo, plantean la existencia de equipos de “alto rendimiento” y los de “más alto rendimiento”, indicando que ambos “se conforman por diversidad de miembros con habilidades y perspectivas complementarias” y se caracterizan por su responsabilidad y compromiso ante su “propósito, objetivos de rendimiento y planteamientos comunes”. De esta manera, trabajan con altos estándares de calidad, apoyándose y sometiéndose de forma periódica a un proceso de reflexión del funcionamiento de su colaboración. Además, se comprometen a “aprender habilidades interpersonales para la comunicación eficaz, la toma de decisiones, la resolución de problemas, la gestión de conflictos y el liderazgo”. Los equipos de “alto rendimiento” trabajan de forma exitosa problemas muy complejos, logrando altos niveles de productividad y se diferencian de los equipos de “más alto rendimiento” en que estos últimos superan “cualquier expectativa razonable en el cumplimiento de los objetivos del equipo, únicamente debido a un compromiso excepcionalmente alto de todos los miembros entre sí y con el éxito del equipo” (Cheruvilil *et al.*, 2014b).

85

Por lo tanto, hay que prestar atención a los síntomas de equipos disfuncionales: ausencia de confianza, miedo al conflicto, falta de compromiso, evasión de

⁶ Aunque el cuerpo del artículo se refiere de forma breve a esta clasificación, la información citada corresponde a la expuesta en la sección “WebPanel 1. Defining the high-performing team” del material suplementario de la publicación.

responsabilidades y falta de atención a los resultados (Bennet *et al.*, 2018). Es posible que los equipos que tienen como objetivos proyectos interdisciplinarios, inicialmente produzcan menos al año, aunque se ha encontrado que diez años después duplican su productividad (Roy *et al.*, 2013; Hall *et al.*, 2012), aunque para esperar un crecimiento como ese, hay que tomar en cuenta las distintas etapas adaptativas, en las que profundizan autores como Miller *et al.* (2008).

Tabla 1. Clasificación de los equipos

EQUIPO	Seudoequipo	Disfuncional	Desequilibrado	De alto rendimiento	De más alto rendimiento
CARACTERÍSTICAS	No son efectivos, pues de forma individual se obtienen mejor rendimiento y resultados.	No presenta el compromiso, la responsabilidad y la atención requeridas por el proyecto.	Su desempeño, aunque mejor que el de los pseudo-equipos, no supera el de la labor individual.	Tienen altos estándares, así como responsabilidad y compromiso con el proyecto en común, realizándose un seguimiento y reflexión periódicos.	A las características del equipo de alto rendimiento se suma que el compromiso de sus integrantes produce resultados destacados.
	Actitudinalmente muestran poco interés en el trabajo colaborativo, habiendo competencia entre los integrantes.	La dinámica entre los integrantes carece de confianza y un abordaje adecuado del conflicto.		Su desempeño se facilita por buenas relaciones interpersonales. Las habilidades y perspectivas de sus integrantes son diversas y complementarias.	

Fuente: elaboración propia con base en información de Cheruvellil *et al.* (2014b) y Bennet *et al.* (2018).

2.2.3. Características de los equipos científicos

Como se ha visto, en la SciTS interesa abordar de manera general las características de los equipos científicos de trabajo, abarcando su formación, composición, funcionamiento, y la relación de ello con su efectividad como equipo.

La formación del equipo implica cómo se conforman los equipos de trabajo y cómo se relacionan con sus procesos y resultados. Propician el surgimiento de un equipo aspectos como tener un problema de estudio que requiera este tipo de abordaje, las experiencias previas de colaboración, el establecimiento de vínculos gracias a intermediarios, las relaciones interpersonales (que pueden contribuir a la cohesión grupal), así como el financiamiento (pues el trabajo interdisciplinario en equipo puede ser un requisito), y la proximidad física-geográfica (por ejemplo, pertenecer al mismo departamento y reunirse de forma presencial facilita más sus labores que contar con

miembros dispersos geográficamente que dependan de la comunicación virtual) (Huang *et al.*, 2023; Baker, 2015; National Research Council, 2015).

El equipo puede crearse al inicio del proyecto (sistémico), participando todos en la planeación, el desarrollo y la redacción, o durante su desarrollo, incorporando personas que contribuyan a su consecución, por ejemplo, ante la necesidad de sortear limitaciones. Así, un equipo puede presentar cambios en sus miembros (permeabilidad) (National Research Council, 2015) o incluso desintegrarse parcialmente (ensamblado) (Morales & Bañuelos, 2024). Inclusive, los equipos pueden desarrollar un único proyecto (equipos temporales de corto plazo) (Huang *et al.*, 2023) o prolongar su duración operativa para colaborar en otras investigaciones.

Asimismo, puede formarse de arriba a abajo (por sus líderes o por responsabilidad institucional), o de abajo a arriba (desde las bases) (Bennett *et al.*, 2018). De ello deriva que se presente ya una obligación del trabajo colaborativo, ya un interés genuino por parte de sus miembros; aunque en uno u otro caso no necesariamente implique la presencia o no de la alineación entre los objetivos del equipo y los de sus integrantes. De igual modo, puede impactar en la estructura de trabajo presente: jerárquica (vertical) o no jerárquica (horizontal), siendo esta última recomendada por Huang *et al.* (2023) porque fomenta una cultura equitativa, lo cual refiere ya a la composición del equipo.⁷

Ahora bien, los equipos pueden integrarse por personas de una misma disciplina (disciplinarios) o de varias (multidisciplinarios). Huang *et al.* consideran que el enfoque es resolver un problema “con el coste mínimo” (2023, p. 13) al reunir investigadores con distintas especialidades. Así, dependiendo de las necesidades del proyecto, el tamaño del equipo puede ser pequeño o incluso mega (incluso hasta miles, como en ciencias e ingeniería) (National Research Council, 2015). En conjunto, se enfrentará la realización de tareas con algún grado de interdependencia (National Research Council, 2015).

87

En la composición se consideran la etapa profesional en que se encuentran los integrantes, el grado de familiaridad que los miembros tienen con el equipo o qué tanto han formado parte de él, la manera en la que interactúan y los puntos de vista de los integrantes (Cheruvilil *et al.*, 2014a). Esto comprende también los atributos de sus integrantes, como la edad, el género, el nivel o grado académico (por ejemplo, si son estudiantes doctorales o catedráticos) y de su contexto cultural como el idioma, el país, la universidad de procedencia e incluso creencias religiosas (Liu *et al.*, 2020). Esto es particularmente relevante para entender justamente la dinámica que se produce al interior del equipo y que posibilita obtener determinados resultados. Además, contribuyen a la diversidad de los miembros del equipo (qué tan homogéneo o heterogéneo es el equipo) (National Research Council, 2015). Asimismo, entran en la composición del equipo la relación entre disciplinas (multi o inter), cuáles sectores

⁷ En el deporte, un ejemplo de ambos tipos de equipos en el baloncesto es el de los Chicago Bulls, pues en la etapa en que fueron entrenados por Doug Collins funcionaron como un equipo vertical, mientras que con Phill Jackson lo hicieron como uno horizontal, siendo campeones en ambos casos.

están involucrados (como universitario, industrial, o gubernamental), la inclusión, el liderazgo y el espíritu de equipo (Liu *et al.*, 2020). Atender a la composición del equipo conlleva aproximarse a su estudio, buscando entender elementos muy humanos de sus relaciones sociales en contexto y cómo esto incide en su desempeño académico.

Finalmente, el funcionamiento del equipo, la manera de proceder para lograr los resultados se ve afectado por factores como el estilo de gestión, el liderazgo, el ambiente colaborativo y el establecimiento de relaciones de confianza. Este aspecto del trabajo en equipo también refiere al clima del equipo, el cual se conforma por estados afectivos y cognitivos, y por procesos de comportamiento que, en conjunto, pueden contribuir a la cohesión grupal, a tener una comunicación efectiva y a alinear los objetivos colectivos con las aspiraciones y necesidades de los integrantes (Huang *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2020).

2.2.4. Desafíos del trabajo en equipo y propuestas

Si bien el trabajo en equipo tiene sus ventajas, se han detectado desafíos asociados a aspectos como su composición y su funcionamiento. Ello debido a que, como se ha visto, la SciTS insta a los equipos a ser diversos para resolver los problemas de investigación, convergiendo en su interior distintos puntos de vista, formaciones disciplinarias y contextos culturales. Entre los desafíos abordados se encuentran los asociados a los objetivos del equipo y de sus miembros; al establecimiento de una adecuada comunicación, particularmente en equipos cuyos participantes están dispersos geográficamente; a los acuerdos respecto de la autoría y su vínculo con los retos que la evaluación de proyectos colaborativos plantea en su desarrollo profesional. Ante ello, se retoman propuestas para lidiar con dichas problemáticas, como criterios para establecer pautas a considerar en la coautoría, el fomento institucional a la colaboración, el papel de la capacitación y la educación para que sea efectivo el trabajo en equipo, así como talleres y cursos sugeridos.

Uno de los retos de esta forma de trabajo consiste en aclarar y compartir los objetivos y supuestos bajo los cuales se colaborará. De acuerdo con Bozeman y Youtie (2017), la mayoría de las problemáticas a las que se enfrentan estos equipos “no se producen por malicia o incompetencia, sino porque los colaboradores asumen que los demás miembros del equipo comparten sus puntos de vista y sus objetivos” (p. 15). Ello afecta incluso si los integrantes se formaron en la misma disciplina (Cheruvilil *et al.*, 2014a), por lo que es importante considerar que, si esto entorpece las labores en un equipo unidisciplinario, el panorama no sería más alentador al tratarse de uno multi, inter o transdisciplinario. De este modo, además de atender a los propósitos del equipo en conjunto, es importante considerar los de sus integrantes. Así, para que al lograr los objetivos del equipo se generen avances en los objetivos individuales (Bennett *et al.*, 2018), es necesario que los objetivos del equipo estén alineados con las necesidades de crecimiento de sus integrantes (Huang *et al.*, 2023).

Para lograr lo anterior, es indispensable que desde el inicio se establezca una comunicación que permita a todos tener claros los puntos de partida. Es importante aclarar incluso el vocabulario que se usará, particularmente si se lidia con perspectivas de más de una disciplina, pues, como menciona Baker (2015), aun “los términos más básicos –modelo, red– significan diferentes cosas para diferentes disciplinas” (p. 643).

Lo anterior es particularmente valioso al considerar que aspectos como el tamaño del equipo, la dispersión geográfica de sus integrantes y el nivel de interdependencia de las tareas a desarrollar son otros factores cuyo manejo incide en los resultados obtenidos del trabajo en equipo, pues presentan retos en cuanto a la organización de la forma de trabajo, oportunidades de reunirse en persona, lidiar con distintos estilos de trabajo, entre otros.

Al respecto, el National Research Council (2015) destaca que puede requerirse mayor esfuerzo para coordinar y comunicar el trabajo de “miembros geográficamente dispersos [que] deben realizar tareas altamente interdependientes” (p. 7). Huang *et al.* (2023, p. 7) destacan al colaborar de forma remota, la eficacia y la coordinación del equipo pueden verse afectadas, ya que, por la distancia, se dificulta comprender el estado mental y emocional de los compañeros de trabajo. Por el contrario, la cercanía física permite que los integrantes puedan tener tanto contacto más frecuente, como comunicación informal, facilitando la colaboración.

La autoría es otra cuestión retadora del trabajo en equipo. En ese sentido, en una revisión bibliográfica sobre SciTS, Liu *et al.* (2020) encontraron que, “en muchos casos, algunos (o todos) los miembros del equipo de investigación se convertirán en coautores de una publicación o coinventores de una patente” (p. 938), lo cual supone el establecimiento de acuerdos respecto a los criterios bajo los cuales habría miembros del equipo de trabajo que no serían coautores. Cheruvelil *et al.* (2014b) realizaron una propuesta que permite abordar las dificultades que presenta determinar la coautoría. Estos autores plantean asignar crédito de coautoría a aquellos integrantes que hubieran realizado al menos tres actividades, de las cuales al menos una correspondiera a dos tipos de categorías. De no cumplirse con esta condición, únicamente se enlistaría a la persona en los agradecimientos.⁸

89

Las categorías planteadas por los autores arriba señalados son cuatro: a) concepto y diseño, que abarca actividades como la conceptualización y diseño del manuscrito, la supervisión de los coautores, y el progreso del trabajo); b) investigación, que implica aspectos como la recolección de información, el análisis de datos, el aporte con métodos o modelos nuevos, la interpretación de resultados, y la elaboración de tablas y figuras; c) redacción, que incluye la realización de revisiones críticas; d) algún otro tipo de contribución que considere el equipo (Cheruvelil *et al.*, 2014b). De forma similar, Turner y Baker (2020) señalan que el orden de la autoría debería discutirse desde el inicio y proponen como guía para ello el cumplimiento de los criterios que plantea el Committee on Publication Ethics, a saber: la contribución sustancial al texto (ya en la concepción y el diseño, la recopilación de datos y/o su análisis e interpretación); la redacción o revisión crítica del contenido; y su aprobación final para publicación (Albert & Wagner, 2003, citado en Turner & Baker, 2020).

⁸ Los estudios bibliométricos también han hecho recomendaciones teniendo en cuenta reflexiones análogas (Ortoll *et al.*, 2014).

Determinar de antemano qué tipo de contribuciones se espera que cumplan los miembros del equipo para ser considerados autores podría evitar tensiones al tener claras dichas condiciones y criterios (Stone, 1969), y sería particularmente útil en el caso de equipos grandes como los que se componen de varios equipos a la vez, evitando la atribución de autoría a quien no hubiera realizado ningún aporte. En la decisión del orden de la coautoría en las publicaciones de la investigación en equipo, se advierte que puede intervenir un asunto de egos, puesto que el crédito y la reputación que otorga la publicación en revistas arbitradas tienen una gran importancia para la carrera de los científicos, ya que son la base de las políticas institucionales que rigen las decisiones en materia de contratación, ascensos, y la titularidad que, junto con la bibliometría, se enfoca en los logros individuales (Bozeman & Youtie, 2017; Baker, 2015; Turner & Baker, 2020).

Al respecto, Bozeman y Youtie (2017) han destacado que el aumento en la cantidad de coautores dificulta la evaluación de las contribuciones realizadas y, por lo tanto, la tarea de los comités de revisión encargados de la toma de decisiones que afectan su desarrollo profesional. Adicionalmente, advierten que dicho proceso se complica al tratarse de los resultados de proyectos en equipo cuyos integrantes se formaron en diversas disciplinas.

En dicho sentido, un aspecto fundamental a considerar son las características estructurales, ya que atienden a las propias condiciones que fomentan o desincentivan el trabajo en equipo. Se puede destacar el papel de las instituciones en el desarrollo de estos proyectos, puesto que un fuerte incentivo organizacional es indispensable para motivar y favorecer la disposición de los investigadores a trabajar en equipo, ya al reconocer y recompensar más a quienes participaran en proyectos de dicha índole, ya al otorgar financiamiento a largo plazo que permita una cooperación sostenible, apoyando la formación en colaboración y equipo, e incluso redefiniendo el éxito científico (Huang *et al.*, 2023; Cheruvilil *et al.*, 2014a). Esta postura se alinea con la de Klein, quien argumenta a favor del apoyo consistente de las universidades a la formación interdisciplinaria, a la protección del profesorado ante normas que terminan por castigar el trabajo fuera de su propia disciplina, y al desarrollo de normas interdisciplinarias (National Research Council, 2015). Otros autores enfatizan el papel de las organizaciones profesionales en el fomento a una cultura que favorezca la colaboración en cualquier etapa de la carrera profesional y que reconozca la importancia de desarrollar las habilidades necesarias para conformar equipos de trabajo de alto rendimiento (Cheruvilil *et al.*, 2014a).

Asimismo, una problemática fundamental es la falta de capacitación necesaria para colaborar de manera efectiva, por lo que atender dicha carencia contribuiría a resolver los retos del trabajo en equipo (Cheruvilil *et al.*, 2014a; Turner & Baker, 2020). En esta línea, Huang *et al.* (2023) proponen que la capacitación y la educación en materia de SciTS tienen el potencial de hacer frente a los retos que presentan la diversidad de los miembros y la interdependencia de las tareas en el trabajo en equipo. Por un lado, dichos autores definen la capacitación como una “intervención para mejorar el rendimiento de los equipos mediante la enseñanza de las competencias necesarias para un rendimiento eficaz como equipo” (Delise *et al.*, 2010, citado en Huang *et al.*,

2023, p. 15). Por el otro, la educación a la que se refieren consiste en cursos inter y transdisciplinarios de largo plazo que permitan resolver problemas complejos, tanto en licenciatura como en posgrado, y que involucren un cuerpo académico de diversas disciplinas.⁹

Asimismo, de acuerdo con el National Research Council (2015), en la literatura sobre la capacitación de equipos y la preparación educativa para la ciencia de equipos se proponen las siguientes competencias como objetivos de aprendizaje: el conocimiento del equipo, que abarca aspectos como “la comprensión de la tarea, los modelos mentales compartidos y el conocimiento de los roles de los miembros del equipo”; las habilidades de equipo, que incluyen “la comunicación, la asertividad y la evaluación de la situación”; y las actitudes de equipo que comprenden, por ejemplo, “la orientación, confianza y cohesión del equipo” (p. 98). Además de la capacitación, se recomienda que los miembros de los equipos fomenten una actitud positiva que conste de curiosidad, perseverancia, optimismo, ánimo y alegría en la que se fomente la retroalimentación, y que discutan qué ha funcionado y qué hace falta mejorar, preferentemente a través de formatos de evaluación (Bennet *et al.*, 2018, p. 116).

En este orden de ideas, Liu *et al.* (2020) subrayan la importancia de que los integrantes de los equipos reciban formación que les permita resolver problemas de índole interpersonal, de comunicación y de coordinación, razón por la cual destacan que es importante que la SciTS tome en cuenta “la psicología social, la psicología organizacional y la investigación de gestión, particularmente la investigación del comportamiento organizacional” (Fiore, 2008, citado en Liu *et al.*, 2020, p. 946).

91

A su vez, Cheruvelil *et al.* (2014a) argumentan que, para lograr un alto rendimiento, un equipo colaborativo debe fomentar tanto la diversidad como las habilidades interpersonales, ya que repercuten en la comunicación, la resolución de problemas y la creatividad, aspectos clave del funcionamiento del equipo. De acuerdo con dicha propuesta, las habilidades interpersonales comprenden dos dimensiones: la sensibilidad social y el compromiso emocional. La sensibilidad social, también conocida como inteligencia social, “es la capacidad de desenvolverse con éxito en una amplia gama de relaciones e interacciones sociales”, que, de acuerdo con la revisión bibliográfica de Cheruvelil *et al.* (2014a), fue el “principal predictor de la inteligencia de grupo (es decir, la capacidad para resolver problemas en grupo)” (pp. 32-34). El compromiso emocional refiere a “la presencia y la profundidad de los sentimientos, tanto personales como profesionales, hacia los compañeros de equipo y el proyecto” y es importante no desestimarla debido a que promueve la colaboración creativa, lo cual “a menudo conduce a resultados de investigación productivos” (Cheruvelil *et al.*, 2014a, pp. 32-34).

⁹ El National Research Council (2015) indica que, en la bibliografía y en la práctica, el uso de los términos “educación” y “capacitación” puede ser arbitrario; y acota que en el ámbito universitario la diferencia entre “capacitación” (o “desarrollo profesional”) y “educación” suele ser que la primera refiere a actividades fuera del aula, mientras que la segunda implica el desarrollo de aprendizaje en clase (pp. 97-98).

Entre las recomendaciones para propiciar el desarrollo de las mencionadas habilidades, se encuentra la convivencia de los integrantes del equipo en salidas informales que ayuden a familiarizarse con los compañeros, apreciar sus puntos de vista, y a crear un ambiente de confianza y cohesión, particularmente relevante al inicio en colaboraciones en modalidad remota. Asimismo, se destaca que realizar ejercicios formales de trabajo en equipo a lo largo del proceso contribuiría a establecer un proyecto común en cuanto a metas de investigación, normas de conducta y una visión para su gestión, propiciando un alto rendimiento (Huang *et al.*, 2023; Cheruvelil *et al.*, 2014a). Cheruvelil *et al.* (2014b) proponen la realización de un taller para implementar ejercicios de trabajo en equipo. El primer día se aborda el compromiso emocional con el proyecto, además de familiarizarse unos con otros, se revisa el proyecto planteado y se discuten los intereses y los retos que presenta la propuesta. El segundo está orientado a fomentar la capacidad de comunicación eficaz, para ello se revisan sus características y se discuten comportamientos constructivos y destructivos. En el tercero, el enfoque es hacer conciencia sobre la importancia de los conflictos para el funcionamiento de los equipos, las formas de enfrentarlos y las habilidades efectivas para gestionarlos. Finalmente, en el cuarto se distribuyen las actividades y se gestiona el tiempo, estableciéndose prioridades y plazos.

Otra propuesta es la de Turner y Baker (2020), quienes presentan un modelo de contrato con acuerdos del equipo que facilita tanto identificar a los compañeros, sus conocimientos, habilidades y área de especialización, como planificar el proyecto. En dicho documento, además de incluir el nombre del equipo e integrantes, se plasmarían los objetivos de las tareas y del proceso, la distribución de actividades y roles, las normas de conducta (por ejemplo, sobre comunicación y toma de decisiones), la evaluación sobre lo que ha funcionado, lo que no y los ajustes a realizar, y el acuerdo de evaluación de miembros del equipo en que se comprometen a llevar a cabo las adecuaciones necesarias.

Para aprender a trabajar en equipo también se recomiendan los talleres y las juntas para desarrollar y mantener las relaciones interpersonales de los miembros (Marzano *et al.*, 2006), manuales de colaboraciones en línea (Navarro *et al.*, 2013), así como la guía de campo del NCI (Bennett *et al.*, 2018) y los Recursos de SciTS y Ciencia en Equipo del International Network for the Science of Team Science (INSiTS, s/f).

Todo lo anterior nos permite proponer acercamientos matemáticos a la comprensión de la eficiencia de equipos científicos y la propuesta de herramientas para su evaluación. Primeramente, se propone una herramienta que permite propiciar características que fomentan la eficiencia en los equipos. Posteriormente, se plantea cómo describir y evaluar la eficiencia, independientemente de las características de los equipos.

3. Metodología

El aporte de este artículo es sistematizar y generalizar las características de los equipos académicos partiendo de las dimensiones propuestas en los antecedentes. A partir de

allí, las características de los equipos se mapearon en un hipervolumen¹⁰ de 13 dimensiones que luego fueron simplificados y proyectados en gráficas radiales bidimensionales para facilitar su evaluación y comparación. Se encontraron las áreas mínimas y máximas que se podría graficar con nueve de las características de los equipos y se presenta una fórmula para calcular el área de las figuras irregulares que expresen las características de equipos empíricos con el fin de visualizar sus debilidades y fortalezas mediante métricas cuantificables. Posteriormente, desde el álgebra¹¹ y la teoría de combinaciones¹² se propone un modelo que permite generar proyecciones de eficiencia y sinergia a través de un coeficiente de eficiencia individual, una proyección de sinergia en equipo y sobre todo la combinación que esto implica, dando resultados variados a partir de axiomatizaciones y suposiciones que también se desarrollan a lo largo del texto. En él se diferencia entre el tiempo operativo y el tiempo organizacional, de modo que los modelos puedan replicarse en cualquier equipo académico y se mejore la comprensión de la eficiencia de los equipos académicos y su evaluación, lo que complementa las propuestas de la SciTS sintetizadas previamente.

4. Resultados

4.1. Sistematización de las características de los posibles equipos en un hipervolumen

A partir de los aportes de la SciTS, y tomando en cuenta la diversidad que implican los equipos científicos, sistematizamos las características previamente abordadas, proponiendo un modelo de 13 dimensiones que pueden visualizarse en un hipervolumen¹³ a través de las siguientes dimensiones: o) tamaño: pequeños-grandes, p) ciclo de vida: corto plazo-largo plazo, q) experiencia colaborativa: miembros sin experiencia-miembros experimentados, r) estructura colaborativa: vertical-horizontal, s) composición: disciplinarios-multidisciplinarios, t) origen del equipo: ensamblados-sistémicos, u) iniciativa de formación: arriba a abajo-abajo a arriba, v) motivo de formación: por obligación institucional-por interés genuino, w) alineación de objetivos

93

¹⁰ Si en una dimensión, su tamaño es la longitud (x); en dos dimensiones (x y y) su tamaño es su área, y en tres dimensiones (x, y y z), su tamaño es su volumen; un hipervolumen es un concepto matemático que se refiere a un espacio con más de tres dimensiones. Entre los más conocidos está el hiper cubo o tesseracto.

¹¹ Se entiende por álgebra a la representación general de la aritmética, en este sentido, toda representación simbólica en la formulación tiene la posibilidad de ser representada por un número, pero, también la ecuación $x=y+b$, es una suma, que podría representar un número, pero de igual manera, podría también representar una función cuya variable es la y, así como una suma vectorial, en donde los vectores sean definidos en dos o más dimensiones.

¹² La combinatoria es una de las más olvidadas teorías matemáticas, su principal objetivo es mostrar relaciones abstractas entre dos o más elementos en un espacio y la forma en la que estas relaciones dan resultados variados. Uno de los principales ejemplos en combinatoria es usado en la probabilidad, en la cual se analiza de qué manera se combinan dos caras de dos dados, al hacer la suma otorgan un resultado, siendo 2 y 12 los menos probables, por la limitada combinación que tiene que suceder para que estos números ocurran.

¹³ Este modelo amplía las dimensiones identificadas por el National Research Council (2015, pp 6-26): su diversidad, integración disciplinar, tamaño, permeabilidad, proximidad geográfica entre integrantes, interdependencia de tareas y alineación de objetivos entre equipos que colaboran.

de equipo e integrantes: baja-alta, x) dispersión geográfica: proximidad- lejanía, y) financiamiento: bajo-alto, z) rotación de integrantes: alta-baja.

Al establecerse como dimensiones, los ejes no se contraponen, sino que permiten localizar equipos específicos de cualquier región, universidad o área de investigación entre esas coordenadas. Para facilitar su manejo, se puede pasar esa figura n-dimensional a una figura bidimensional que se visualiza mediante una gráfica radial. De esta forma, se facilita la evaluación y la comparación de equipos: una mayor área de los valores r a z , denota más características deseables; o y p dependerán de los objetivos de los equipos; q puede hablar de la apertura a la creatividad y a ideas nuevas. En estas características, una mayor área no supone necesariamente algo a lo que aspirar.

A las dimensiones anteriores (distancias del radio a sus vértices) puede añadirse una dimensión $\tilde{n}$: tipo de integrantes: investigador sin colaboración con la población estudiada-alta colaboración entre investigador y dicha población (National Research Council, 2015). Se tienen entonces 13 ejes en los cuales se puede ubicar cada trabajo colaborativo ($\tilde{n}$, o , p , q , r , s , t , u , v , w , x , y , z). Estas dimensiones pueden ayudar a mapear la composición de un equipo, que suponen “su estructura, sus patrones de colaboración, cómo se forman sus estados afectivos, los procesos de comportamiento en el trabajo, y los estados cognitivos” (Huang *et al.*, 2023, pp. 12-13) que inciden en la consecución de objetivos, enfocándose también en los factores que ayudan a mejorar el rendimiento del equipo. Por lo que el hipervolumen podría crecer.

94

Asimismo, es útil para evaluar el proceso de investigación, es decir, todas las etapas previas a que se genere un producto (artículo, capítulo, libro, informe, documental), ya que se pueden ubicar los procesos de equipos académicos entre los polos de las diferentes dimensiones (o , simplificado, de entre el radio de una figura y sus vértices). Así, podemos pasar las características r a z de un equipo a una gráfica radial en la que el valor mínimo para cada radio a vértice es 1 y el valor máximo es 5, siendo 3 el punto medio entre ambos polos. Por lo tanto, el área mínima para cualquier equipo (un nonágono de una unidad de radio) sería de $2,89^2$ y el área máxima sería la de un nonágono de cinco unidades de radio, es decir, de $72,31^2$. Entre más área tenga la figura que representa a un equipo, más características deseables para eficientizar el trabajo en equipo y coadyuvar al logro de los objetivos.

Por su parte, las características $\tilde{n}$ a q no son consideradas en el área a graficar, pues no son deseables o indeseables, sino que son dependientes de las necesidades, los intereses, las motivaciones y los objetivos de los equipos y sus integrantes (Martínez *et al.*, 2014), ya que “cada organización es única y utiliza las herramientas que le sean pertinentes a su contexto y su capacidad para producir los resultados esperados” (Medina & Rico, 2014, p. 2). Por lo tanto, si se busca incluir otros rasgos no plasmados aquí, se requiere considerar si son deseables en cualquier equipo o en un proyecto específico y así, de ser necesario, se podría evaluar con base en una figura con más lados. Entonces, la **Figura 1** resume las características de dos equipos (hipotéticos) donde: en s el equipo 1 tiene una mayor diversidad en las disciplinas de procedencia de sus integrantes respecto del equipo 2. Por un lado, el equipo 1 está formado mayormente por miembros de diferentes disciplinas (matemáticas, química, biología, física y veterinaria), aunque dos de sus integrantes comparten la formación en una

misma (medicina). Por lo tanto, a s se le otorgó un valor de 4,5. Por el otro, el equipo 2 está conformado tanto por miembros de la misma disciplina (historia) como por uno de una disciplina vecina (antropología), por lo que se le dio un valor de 1,5.

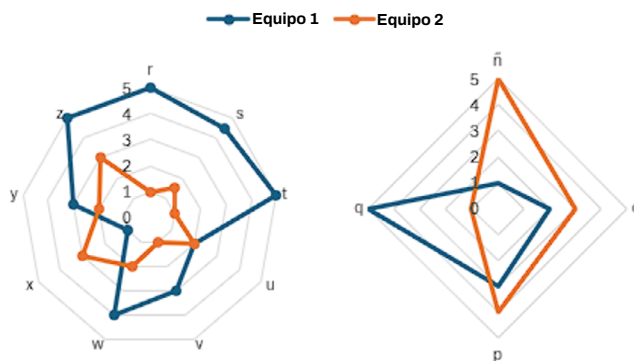
En t, el equipo 1 se unió y organizó antes de que estuviera el proyecto diseñado, mientras que el equipo 2 sumó un integrante al percatarse de que el tiempo planeado no era suficiente para lograr sus objetivos. Así, se redistribuyeron las tareas. De forma similar se asignaría la localización de cada punto mostrado en cada vértice como una autoevaluación o por una evaluación externa, lo que serviría a la retroalimentación continua y ayudaría al logro de mejores prácticas, la identificación de debilidades y la implementación de acciones correctivas y preventivas que dirijan al equipo hacia los objetivos deseados con más eficiencia (Medina & Rico, 2014).

Sobre los vértices de la figura, del lado derecho, se observa lo siguiente. En cuanto a tamaño, un equipo pequeño sería insuficiente para abordar adecuadamente todas las actividades, siendo necesario un equipo grande para contar con los académicos necesarios para ello. Así, para un objetivo de investigación de física de partículas, un equipo con 15 miembros puede obtener un valor de 2, mientras que, para un objetivo semiótico, puede darse un valor de 3 a un equipo de tres integrantes. Por otra parte, en cuanto a longevidad, el equipo 1 tuvo una duración operativa de mediano plazo (cuatro años), diluyéndose al lograr sus objetivos; y el equipo 2 se planteó objetivos de largo plazo (siete años).¹⁴

Gráfico 1. Gráficas radiales de las características de equipos hipotéticos

95

Equipos hipotéticos con características diferentes



Fuente: elaboración propia. Los valores van desde el 1 al 5.

¹⁴ Corto plazo puede ser de un año o menos (radio 1), pero también del tiempo que un estudiante completa una maestría de dos años (radio 2). Se puede considerar un objetivo de mediano plazo terminar una carrera o un doctorado y el largo plazo va desde cinco (radio 4) a más de diez años (radio 5).

En la **Figura 1** se comparan las características de dos equipos, pero, también es posible clasificar los equipos del siguiente modo: (aaa) aquellos con las características más deseables; (aab) a los cercanos a las características más deseables; (ab) tan lejanos al polo deseable como al polo de máxima posibilidad de mejora; (abb) cercano al polo de máxima posibilidad de mejora; y (bbb) al de máxima posibilidad de mejora. Así, a través del cálculo del área de la figura irregular que surgiera de una autoevaluación de cada equipo, se pueden identificar las características más urgentes de mejora y posicionar al equipo como de tipo aaa (c. 72,31²), de tipo aab (c. 46,28²), de tipo ab (c. 26,03²), de tipo abb (c. 11,57²) y el tipo bbb (c. 2,89²).

De este modo, para conocer el área de la figura irregular (de ángulos equiespaciados) que representa las características de un equipo, se partiría de las coordenadas polares conocidas (la distancia del radio a cada vértice y se convertiría a coordenadas cartesianas). Posteriormente, podríamos proponer la posibilidad de medir las variaciones de características entre los equipos con una función continua. A partir de esto sería posible realizar una integración para conocer el área de cada función continua asignada.¹⁵

$$A(X) = \int f(x)dx$$

Siendo $A(x)$ el área y $f(x)$ la función continua.¹⁶ De esta forma, el equipo 1 tendría un área de 32,24², por lo que sería un equipo de tipo ab, mientras que el equipo 2 tendría un área de 6,02², siendo uno de tipo bbb, requiriendo mejoras en la mayoría de sus características.

Por su parte, si se busca incluir otras características no plasmadas aquí, se requiere considerar si dichas características son deseables en cualquier equipo o en un proyecto específico, y así, de ser necesario, se podría evaluar con base en una figura con más lados. Pero, fuera de la geometría, como se verá a continuación, las matemáticas también pueden ser un instrumento útil para mejorar la caracterización y evaluación de los equipos.

4.2. Acercamiento mediante proyecciones

Hasta este momento hemos discutido de diversas maneras el concepto de “eficiencia”, tomado como el rendimiento de un equipo en cuanto a su producción de artículos. La

¹⁵ Suponiendo que f es una función continua que describe la variación de características del equipo, podemos decir que el área de la figura irregular se encuentra determinada por la integral definida en (a, b) .

¹⁶ Si en vez de reducirlo a la bidimensionalidad se parte de los volúmenes n -dimensionales propuestos arriba, esta idea se puede generalizar saliendo del terreno de análisis de una variable. En lugar de pensar en las habilidades como puntos que se aproximan de manera infinita, podemos pensar el conjunto de habilidades como un subespacio vectorial de $\mathbb{R}^n$ y llevarlo a una interpretación del teorema generalizado de Stokes.

ventaja de esta forma cruda de considerar la eficiencia académica es que es medible y no pretende sacrificar la calidad de las investigaciones.

Se puede tomar en cuenta que, si un autor hace un artículo cada seis meses y otro hace uno cada tres, ¿cuántos meses se tardarían en producir dos artículos? Sistematizar el tiempo de producción individual podría darnos un promedio desde el cual realizar una operación similar que permitiría acercarnos a resultados esperados.

$$\frac{\text{Autor } a}{6 \text{ meses}} = \frac{1 \text{ artículo}}{6 \text{ meses}}$$

$$\frac{\text{Autor } b}{3 \text{ meses}} = \frac{1 \text{ artículo}}{3 \text{ meses}}$$

$$\frac{1 \text{ art.}}{3 \text{ meses}} + \frac{1 \text{ art}}{6 \text{ meses}} = \frac{3 \text{ art}}{6 \text{ meses}}$$

Es decir, idealmente, al unir sus objetivos, juntos podrían escribir un artículo cada dos meses, lo que sería equivalente a tres veces la velocidad del Autor a y 1,5 veces la del Autor b. Empero, en este acercamiento, abordaremos con mayor detalle la eficiencia y la sinergia del equipo, con el objetivo de analizar la probabilidad de éxito en un proyecto, así como la eficiencia de los equipos.

97

Primero, partimos de un coeficiente que, se propone, se calcule con base en el número de proyectos finalizados de manera exitosa respecto del tiempo desde su actividad académica, sea el coeficiente de eficiencia individual, siendo este calculado como:

$$e_i = \frac{n_i}{t}$$

Siendo el tiempo medido por años y el número de artículos, el coeficiente mayor a 3 se considerará como positivo, menor a 2 negativo.

Por otra parte, la sinergia de equipo se medirá con respecto a la eficiencia individual y al área de especialización. Un proyecto multidisciplinario podrá ser mejor abordado si existe un equipo conformado por miembros con áreas que puedan cubrir las necesidades del proyecto. Podemos formular una probabilidad de éxito de un proyecto con base en esta eficiencia de la siguiente manera: sea $E(X)$ la eficiencia proyectada del equipo X, entonces:

$$E(X) = e_1 + e_2 + e_3 \dots e_n$$

La eficiencia proyectada es la suma completa de las eficiencias (tomando en cuenta su valor negativo o positivo).

Por otro lado, podemos medir una proyección de sinergia mediante la cantidad de contenido cubierto, esto es mediante asignación, sea P_j un proyecto que contenga los estudios $(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ un integrante del equipo de experticia K podrá cubrir una o más áreas de estudio. Por ejemplo: Sea P_1 un proyecto sobre una investigación clínica en uso de nuevos medicamentos psiquiátricos, y un equipo compuesto por un psiquiatra, un farmacobiólogo y un matemático, el psiquiatra tendría la capacidad de cubrir el área médica de la investigación (la cual es el eje central), el farmacobiólogo podrá cubrir el área de medicamentos y el matemático cubre la estadística. Cada asignación podemos escribirla de la siguiente manera:

1) *Asignación lineal:*

$$I_1 - Y_1$$

Siendo I_1 el integrante 1 del proyecto, ocupándose de la primera materia.

2) *Asignación bilateral:*

$$I_1 - (Y_1, Y_2)$$

Siendo el primer integrante capaz de cubrir dos áreas del proyecto.

Podemos pensar en una posible asignación bilateral, pues es poco probable que haya un integrante con formación en tres áreas distintas. En el ejemplo previamente proporcionado, cada área está asignada con su respectivo integrante:

$$\begin{aligned} I_1 - Y_1 \\ I_2 - Y_2 \\ I_3 - Y_3 \end{aligned}$$

En este caso, concluimos que el proyecto $P_i: (Y_1, Y_2, Y_3) - (I_1, I_2, I_3)$ se encuentra totalmente asignado por todos los integrantes de manera lineal, por lo tanto, su coeficiente de asignación a_i es del 100%.

Podemos denominar como “sinérgico” a un equipo que tiene un coeficiente de sinergia alto y positivo, así como un coeficiente de asignación cercano al 100%; por tanto, la proyección de sinergia está dada por la siguiente ecuación:

$$S(X) = E(X)a_i$$

Siendo la sinergia proyectada, la multiplicación de la eficiencia total por el porcentaje de asignación de equipo. Siguiendo el ejemplo anterior, establecemos un mínimo puntaje para proyectar una sinergia aceptable, siendo la eficiencia mínima de los integrantes de 2; cubierto el 100% de las áreas de estudio, nos daría un puntaje de 600. Para dar una idea de lo que podría ser una eficiencia individual máxima, tomemos de parámetro a Enrique Leff, quien, según Google Académico, habría escrito y participado en 444 textos; por tanto, su eficiencia individual sería de 8,8. En un hipotético equipo de tres Enriques Leff y cubierto el 100% del proyecto de investigación, nos daría un total de 2,648 puntos.

4.2.1. Límites de la proyección

Es importante mencionar que esta proyección no toma en consideración muchos factores; por ejemplo, la sinergia con base en el estado emocional de los participantes, así como la afinidad que tienen a su equipo y su capacidad individual de trabajo en equipo. Sin embargo, con esta proyección podemos darnos una idea simple de una probabilidad de éxito en un trabajo en equipo.

4.2.2. Variable de tiempo

¿De qué manera afectaría el tiempo la formulación? Principalmente hay que analizar dos conceptos importantes. El primero es el tiempo operativo, que refiere al tiempo usado por el equipo exclusivamente para el proyecto. El segundo es el tiempo organizacional, el cual es el tiempo que necesita cada equipo para organizar, administrar y repartir tareas relacionadas con el proyecto. En cuanto al primero, la eficiencia del tiempo es directamente proporcional a la eficiencia del equipo:

$$e_i \propto e_t$$

Siendo e_t el tiempo eficiente, la principal consideración que tomamos al mencionar esto es principalmente por aspectos probabilísticos: si hay individuos que tienden a tener una eficiencia alta, podemos esperar que eso se traduzca al equipo. Aunque no siempre es así. Previamente habíamos planteado el concepto de sinergia; en este sentido, aquí tomaría mucha más relevancia, pues si bien la eficiencia individual puede proyectarse a la grupal, el aspecto emocional se convierte en una variable difícil de ignorar, cada integrante del equipo posee una personalidad y motivación distintas; todo esto juega un rol en el uso del tiempo. Sea (P_k, M^+) un vector con las dimensiones de personalidad y motivación, la eficiencia de cada individuo tendrá asignado su vector:

$$e_i(P_k, M^+)$$

El equipo idóneamente eficiente sería aquel en el cual exista una sinergia de personalidades y todos se encuentren debidamente motivados:

$$E_T = e_i(P_k, M^+) + e_i(P_j, M^+) \dots e_n(P_n, M^+)$$

En este caso podemos esperar que el tiempo eficiente total esté optimizado. En otro caso donde exista algún miembro que carezca de motivación o que personalidades sean incompatibles, podemos esperar que el tiempo eficiente disminuya, o incluso es posible que se elimine por completo.

4.2.3. Tiempo organizacional

¿Cómo podemos predecir la eficiencia del tiempo de organización de un equipo? Asimismo, ¿de qué manera afecta esta variable? El tiempo organizacional no necesariamente es proporcional a su eficiencia temporal, pues es común el caso en el cual un equipo puede reunirse poco y hacer mucho o incluso no reunirse en absoluto y aun así ser sumamente eficientes. Sin embargo, el tiempo organizacional funge como un factor estructurador determinante a la hora de observar el desarrollo del proyecto y el desenvolvimiento del equipo. Sea $E(t)$ la eficiencia del proyecto en función al tiempo organizacional, la función tendrá la siguiente serie de escenarios:

$$\begin{aligned} E(t) &= 0 \text{ cuando } t = 0 \\ E(t) &> 0 \text{ cuando } E_T^+ \\ E(t) &< 0 \text{ cuando } E_T^- \end{aligned}$$

Siendo el primer escenario equivalente a trabajo y eficiencia cero, el segundo a eficiencia positiva si se cumple el requisito de tener una eficiencia total positiva, el tercero una eficiencia negativa si la eficiencia total del equipo es negativa, en la siguiente gráfica se muestran las relaciones anteriores, siendo la función blanca el primer caso, la verde como el segundo caso y el tercero el azul (**Figura 2**).

Sintetizando, podemos tener tres tipos de resultados principales en materia de eficiencia: creciente, definida y continua, siendo la eficiencia positiva, que tiene como finalidad llegar a un punto superior en cada iteración. La eficiencia negativa decrece, empeora respecto a cada artículo escrito y deviene en mayor tiempo necesario para producir menos artículos escritos. En cuanto a la eficiencia nula, podemos tomarla más como un parámetro. Si es nula, el equipo es nulo; la única forma de que esto pueda existir es que no exista el equipo o que no tenga forma aún de medir su eficiencia.

Figura 2. Tipos de eficiencia creciente y decreciente

Fuente: elaboración propia realizada en MATLAB.

101

A partir de lo anterior, se pueden generar modelos específicos que sirvan para la comprensión de la eficiencia de un equipo, así como herramientas básicas para su evaluación.

5. Discusión

En la academia, para trabajar en equipo se requiere desaprender y reaprender la forma de la práctica investigativa. Es necesario que este aprendizaje se dé más allá de la experiencia propia o desde referencias anecdóticas de los pares, para evitar sobrestimar las capacidades de los individuos y desempeñarse adecuadamente en la investigación en equipo (Bennet *et al.*, 2018). Es necesario considerar que la investigación individual, priorizada en contextos institucionales (Moslemi *et al.*, 2009), puede ralentizar la investigación científica. Ante ello, no planteamos que se deje de realizar; antes bien, que los académicos tengan la apertura de ampliar su práctica investigativa a una modalidad que les permita atender sociales o ambientales de forma más eficaz.

Entonces, destacamos la necesidad de practicar ciencia en equipo de modo que los investigadores, especialmente si son de distintas disciplinas, “trabajen juntos para encontrar formas de adaptar los enfoques de los demás en lugar de ceder o transigir” (Miller *et al.*, 2008). Así, un buen miembro de un equipo académico toma conciencia de sus propias fortalezas y debilidades, y las de su equipo (Medina & Rico, 2014); y si bien tiene un rol determinado, toma la iniciativa de apoyar a sus compañeros de equipo

e incluso desempeña otros roles cuando hace falta. Es decir, como en el fútbol, un jugador no puede estar en varias posiciones, debe desempeñar un rol adecuadamente y no descuidar su posición si el balón está en el otro lado de la cancha. Sin embargo, habrá de apoyar a la defensa, ya sea ante la indicación explícita del capitán o porque, excepcionalmente, se da cuenta de que es imprescindible realizarlo. En ambos casos, eso lo hace un excelente miembro del equipo.

De manera similar, un investigador puede formar parte de varios proyectos, algunos individuales y otros en equipo. En una de las investigaciones colectivas podrá hacer el paso 1, mientras que los demás investigadores se enfocan en varios pasos sucesivos; de modo que el primer investigador no “recibiría el balón” sino hasta el paso 7, donde continúa trabajando en el proyecto hasta que esté terminado. Así, mientras no está ocupado con dicha investigación, puede terminar un proyecto individual, retomando posteriormente su contribución al trabajo en equipo.

Si los investigadores creen que no necesitan trabajar en equipo, pues creen que trabajar en equipo es problemático y cansado, pero su trabajo individual apenas les da tiempo de atender adecuadamente a sus estudiantes o sus labores afectan su vida personal, una opción a considerar es aprender a trabajar en equipo e investigar en equipo. El tiempo, entre tareas de investigación gestión y docencia, se escurre entre las manos del investigador y las urgencias relacionadas con estas tareas llegan a generar burnout entre los académicos y a hacer que descuiden su vida personal. La SciTS puede optimizar el trabajo académico incluso para no arriesgar la vida personal de los investigadores, y así, mientras “el balón está en los pies de un compañero de equipo”, que el investigador pueda dedicarse a otras labores.

Además, la SciTS puede fortalecerse con los aportes que se han realizado sobre el trabajo colaborativo y con ambos tipos de referentes se puede evitar situaciones difíciles de controlar. Aunque es imposible controlar las circunstancias de los miembros individuales de los equipos y la forma en la que, en consecuencia, jerarquizan sus objetivos y actividades, se evitan situaciones adversas como estas al conformar equipos por individuos comprometidos con los demás miembros, con los objetivos del equipo y con los beneficios propios que obtendrán cada uno de los miembros al colaborar. También es fundamental identificar y estudiar fenómenos como “parasitismo” y “amiguismo” (Sáez, 2008, p. 91).

Por otro lado, hace falta mayor difusión de los aportes de la SciTS en español, así como desarrollo desde espacios hispanohablantes. A su vez, se requieren profesionales que puedan hacer propuestas sobre modelos matemáticos o estudios estadísticos y cuantitativos, además de aquellos que sepan sobre liderazgo, aprendizaje, inteligencia emocional, autopercepción, mentoría, comunicación, teoría del conflicto y teoría de sistemas (Bennett *et al.*, 2018). Además, la SciTS podría beneficiarse de los aportes teóricos generados, por ejemplo, en el campo académico (Bourdieu, 1994), las arenas transestémicas (Knorr-Cetina, 1983), la vida de laboratorio (Arellano, 2024) y otras perspectivas de la CTS (Kreimer, 2011; Herrera, 2011).

Por último, las evaluaciones cuantitativas no deberían ser consideradas como problemáticas en sí, pues el problema de fondo son los valores con los que se construyen

los indicadores de las evaluaciones. Si se diseñan desde el utilitarismo, no podrán servir más que para la reproducción hegemónica del capital, incluso en las universidades y los centros de investigación. Si se diseñan críticamente, y se consideran los intereses y las necesidades de los investigadores y de la sociedad, las evaluaciones servirán para fomentar mejores investigaciones. Esto es lo que se tuvo en cuenta en este artículo, proponiéndose nueve características polares que pueden ser usadas para las evaluaciones institucionales o gubernamentales a la investigación. Asimismo, se recomienda su uso para la autoevaluación permanente y participativa de los equipos junto a un mapeo de procesos, rutas y canales de comunicación (Medina & Rico, 2014), para detectar qué características mejorar para favorecer la investigación en equipo.

¿La SciTS puede aplicarse a cualquier equipo de cualquier disciplina, procedencia geográfica, temporal, idiomática y temática? Debería ser posible, pues los límites a sus propuestas de mejora no están en dichas variantes, sino en la rigidez o apertura de las instituciones y los académicos individuales implicados, teniendo en cuenta que los equipos no requieren limitarse a ser intrainstitucionales y depender de su presupuesto e infraestructura.¹⁷ Algo que debería cambiar con la implementación de una cultura organizacional, sea resultado de transformaciones de arriba abajo o de abajo arriba. La barrera principal está en la capacidad de organización de los integrantes de los equipos, pero para ello hay también manuales y referentes que buscan mejorarla (Morales & Hernández, 2026). Lo mismo aplica a las propuestas matemáticas de este texto: para que funcionen, se requiere contabilizar las variables consideradas y, así, generar y procesar los datos que permitirán hacer análisis retrospectivos y prospectivos.

103

Conclusión

Lo aquí planteado muestra que el trabajo en equipo tiene el potencial de eficientizar la investigación y abordar objetivos de mayor complejidad y/o mayor envergadura. También supone que “si el equipo no presta atención a sus dinámicas, corre el riesgo de descarrilarse” (Bennet *et al.*, 2018). La consecución de los objetivos acordados supone no solo que los integrantes de los equipos eviten prácticas y actitudes que dificulten el proceso de su consecución, sino que favorezcan una cultura colaborativa y una mirada crítica que permita la autoevaluación que favorezca la mejora continua de colaboraciones posteriores, lo que sirve a los académicos de las disciplinas que menos acostumbran a investigar en equipo (para hacerlo), así como a los académicos de disciplinas que tienen experiencia (para hacerlo más eficientemente). Es importante que los estudios de la SciTS sean conocidos por más áreas académicas y que haya mayor diálogo con ellas, de modo que los ámbitos y las disciplinas con menos relación con la SciTS se puedan beneficiar de sus aportes y logren modificar su campo académico.

¹⁷ Existen herramientas para el trabajo colaborativo sincrónico como documentos, hojas de cálculo y presentaciones de Google, donde se pueden recuperar las versiones pasadas; las aplicaciones de videoconferencias tienen la posibilidad de generar transcripciones y algunas de sus versiones incluso pueden traducir estas transcripciones en tiempo real a otros idiomas.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada con una beca posdoctoral aportada por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México.

Declaración de uso de IA

En la elaboración y redacción de este artículo, no se usó ninguna herramienta de inteligencia artificial (IA).

Bibliografía

Aguado-López, Eduardo, Becerril-García, Arianna & Godínez-Larios, Sheila (2017). Colaboración internacional en las ciencias sociales y humanidades: inclusión, participación e integración. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, (75), 13-44. Recuperado de: <https://convergencia.uaemex.mx/article/view/4227>.

Alcántara Sánchez, Bertha María & Barrera Alcalá, Areli Jocabed (2020). Cultura docente y trabajo colaborativo en los planteles de bachillerato tecnológico en Morelos. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (115-142). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Anaya Torres, Edgar Daniel, Ramírez Vicente, Ernesto & Ávila Carreto, Armando (2024). Docentes hora-clase ante la precariedad laboral. *Inter-Cambios Dilemas y Transiciones de la Educación Superior* 11(2): 15-21. DOI: <http://doi.org/10.29156/INTER.11.2.1>.

Arellano Hernández, Antonio (2024). *Mundo de la vida y vida de laboratorio Escenariación para estudiar la elaboración del conocimiento en escala antrópica*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

Ayestarán, Ignacio & Funtowicz, Silvio O. (2010). Ciencia postnormal problemas ambientales complejos y modelos de información. *Ludus Vitalis*, 18(33), 25-48. Recuperado de: <http://www.ludus-vitalis.org/ojs/index.php/ludus/article/view/177>.

Baker, Beth (2015). The Science of Team Science: An emerging field delves into the complexities of effective collaboration. *BioScience*, 65(7), 639-644. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biv077>.

Barros, Diego E. (2025). La “crisis” de las humanidades o la hidra de las mil cabezas. *La Pluma*. Recuperado de: https://revistalapluma.com/lapluma_articulos/la-crisis-de-las-humanidades-o-la-hidra-de-las-mil-cabezas/.

Belmont Cortés, Edgar, Ribeiro Palacios, Mónica & Espinosa Blas, Margarita (2016). *La interdisciplina en la Universidad Autónoma de Querétaro, un desafío impostergable*.

La experiencia de la Facultad de Filosofía. *Interdisciplina*, 4(10), 65-80.

Bennett, L. Michelle, Gatlin, Howard & Marchand, Christophe (2018). *Collaboration and Team Science: A Field Guide*. National Institutes of Health.

Bourdieu, Pierre (1994). *El campo científico. Los usos sociales de la ciencia* (11-62). Buenos Aires: Nueva Visión.

Bozeman, Barry & Youtie, Jan (2017). *Research Collaboration and Team Science: Witnessing the Revolution*. En *The Strength in Numbers: The New Science of Team Science* (1-30). Princeton: Princeton University Press.

Castro Inostroza, Ángela, Iturbe Sarunic, Catalina, Jiménez Villarroel, Rodrigo & Silva Hormázabal, Marcela (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(9), 177-196. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>.

Cheruvellil, Kendra Spence & Soranno, Patricia A. (2018). Data-Intensive Ecological Research Is Catalyzed by Open Science and Team Science. *BioScience* (68), 813-822.

Cheruvellil, Kendra Spence, Soranno, Patricia A., Weathers, Kathleen C., Hanson, Paul C., Goring, Simon J., Filstrup, Christopher. T. & Read, Emily K. (2014a). Creating and maintaining high-performing collaborative research teams: The importance of diversity and interpersonal skills. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(1), 31-38. DOI: <https://doi.org/10.1890/130001>.

105

Cheruvellil, Kendra Spence, Soranno, Patricia A., Kathleen C., Hanson, Paul C., Goring, Simon J., Filstrup, Christopher T. & Read, Emily K. (2014b). Supplemental information. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(1). Recuperado de: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1890%2F1300018file=i1540-9295-12-1-31.s01.pdf>.

Cordua, Carla (2012). La crisis de las humanidades. *Revista de filosofía*, 68, 7-9. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-43602012000100002>.

Corona Fernández, Javier (2020). La universidad frente al paradigma eficientista de la educación neoliberal y tecnocrática. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, 59(155), 121-136. DOI: <https://doi.org/10.15517/revfil.2020.44620>.

Echeverría, Javier (2003). *La Revolución Tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

Estrada Ruiz, Marcos Jacobo & Alejo López, Sergio Jacinto (2020). El trabajo colaborativo en la educación media superior, notas para su comprensión. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (41-61). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Falk-Krzesinski, Holly J., Börner, Katy, Contractor, Noshir, Fiore, Stephen M., Hall, Kara L., Keyton, Joann, Spring, Bonnie, Stokols, Daniel, Trochim, William & Uzzi, Brian (2010). Advancing the science of team science. *Clinical and translational science*, 3(5), 263-266. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1752-8062.2010.00223.x>.

Falk-Krzesinski, Holly J., Contractor, Noshir, Fiore, Stephen M., Hall, Kara L., Kane, Cathleen, Keyton, Joann, Klein, Julie Thompson, Spring, Bonnie, Stokols, Daniel & Trochim, William (2011). Mapping a research agenda for the science of team science. *Research Evaluation*, 20(2), 145-158. DOI: <https://doi.org/10.3152/095820211X12941371876580>.

Fonseca Bautista, César Darío (2020). El trabajo colaborativo docente. Una estrategia para hacer frente a algunos de los principales problemas de la educación media superior. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El Trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (89-114). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

González Alcaide, Gregorio & Gómez Ferri, Javier (2014). La colaboración científica: Principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española De Documentación Científica*. 37(4), e062. DOI: <https://doi.org/10.3989/redc.2014.4.1186>.

Grupo estudiantil de Filosofía aplicada a la sociedad (2020). Las Humanidades en crisis: una reflexión crítica sobre la instrumentalidad e invisibilidad de los saberes humanos". *Revista Horizonte Independiente*, 21 de julio. Recuperado de: <https://horizonteindependiente.com/las-humanidades-en-crisis-una-reflexion-critica-sobre-la-instrumentalidad-e-invisibilidad-de-los-saberes-humanos/>.

Haberlein, Thomas A. (1988). Improving Interdisciplinary Research: Integrating the Social and Natural Sciences. *Society and Natural Resources*. 1, 5-16.

Hall, Kara L., Stokols, Daniel, Stipelman, Brooke A., Vogel, Amanda L., Feng, Annie, Masimore, Beth, Morgan, Glen, Moser, Richard P., Marcus, Stephen E. & Berrigan, David (2012). Assessing the value of team science: A study comparing center-and investigator-initiated grants. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(2), 157-163.

Hernández-Falcón, Delma de la C., Vargas-Jiménez, Antonio & Almuiñas-Rivero, José Luis (2020). La importancia de la evaluación de la eficiencia académica en las universidades. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(1). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000100007&lng=es&tlng=es.

Herrera García, Fernando (2011). Educación CTS para profesionales técnicos: experiencias, oportunidades y retos. En Fernando Herrera, Pablo Kreimer, Andrés Gómez & María Elena Cruz (Eds.), *Ingenieros y otros profesionales técnicos Aporte de las ciencias sociales y las humanidades en su formación* (59-86). Buenos Aires: CLACSO.

Hicks, Diana, Wouters, Paul, Waltman, Ludo, de Rijcke, Sarah & Rafols, Ismael (2015). El Manifiesto de Leiden sobre indicadores de investigación. *Revista Iberoamericana*

de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 10(29), 275–280. Recuperado de: <https://ojs.revis-tacts.net/index.php/CTS/article/view/525>.

Huang, Ying, Liu, Xiaoting, Li, Ruinan & Zhang, Lin (2023). The science of team science (SciTS): An emerging and evolving field of interdisciplinary collaboration. *Profesional de la información*, 32(2), e320204. DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2023.mar.04>.

Ibarra Uribe, Luz María & Barrera Alcalá, Areli Jocabed (2020). El trabajo colaborativo en la educación media superior, una revisión de la literatura desde la óptica del análisis sociológico del discurso. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El Trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (21-39). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

International Network for the Science of Team Science (s/f). SciTs and Team Science. Resources. INSciTS. Recuperado de: <https://www.inscits.org/scits-a-team-science-resources>.

Liu, Yuxian, Wu, Yishan, Rousseau, Sandra & Rousseau, Ronald (2020). Reflections on and a short review of the science of team science. *Scientometrics* 125, 937-950. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03513-6>.

Jacovkis, Pablo Miguel (2015). La evaluación de la investigación universitaria. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(28), 51-55. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-533>.

Kastenhofer, Karen & Schmidt, Jan C. (2011). Technoscience est Potentia? Contemplative, interventionist, constructionist and creationist idea(l)s in (techno)science. *Poiesis and Praxis*, (8), 125-149.

Katz, J. Sylvan & Martin, Ben R. (1997). What is research collaboration?. *Research Policy*, (26), 1-18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1).

Kim, Daniel H. (1999). *Introduction to Systems Thinking*. Encino: Pegasus Communications Inc.

Klein, Julie Thompson (1990). *Interdisciplinarity History, Theory & Practice*. Detroit: Wayne State University Press.

Knorr-Cetina, Karin D. (1983). New Developments in Science Studies: The Ethnographic Challenge. *The Canadian Journal of Sociology*, 8(2), 153-177.

Kreimer, Pablo (2011). Ciencias duras, ciencias blandas y CTS. Un “menage a trois” conflictivo. En Fernando Herrera, Pablo Kreimer, Andrés Gómez & María Elena Cruz (Eds.), *Ingenieros y otros profesionales técnicos Aporte de las ciencias sociales y las humanidades en su formación* (23-58). Buenos Aires: CLACSO.

Lattuada, Mario (2014). La evaluación de la investigación en las universidades argentinas: Contextos, culturas y limitaciones. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9(27), 157-164. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-586>.

Little, Meg M., St. Hill, Catherine A., Ware, Kenric B., Swanosoki, Michael T., Chapman, Scott A., Lutfiyya, M. Nawal & Cerra Frank B. (2017). Team science as interprofessional collaborative research practice: a systematic review of the science of team science literature. *Journal of Investigative Medicine*, 65(1), 15-22. DOI: <https://doi.org/10.1136/jim-2016-000216>.

Martínez Porta, Laura, Toscano, Ariel Rodrigo & Cambiaggio, Cristina (2014). La experiencia de la evaluación de la función I+D+i de las universidades a través del Programa de Evaluación Institucional (PEI). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9(27), 165-181. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-587>.

Marzano, Mariella, Carss, David N. & Bell, Sandra (2006). Working to make interdisciplinary work: Investing in communication and interpersonal relationships. *Journal of Agricultural Economics*, 57(2), 185-197.

Mathiasson, John S. (1968). My discipline is better than your discipline: some barriers to interdisciplinary research. *Canadian Review of Sociology*, 5(4), 263-275.

Medina Cárdenas, Yurley C. & Rico Bautista, Dewar W. (2014). Modelo institucional de autoevaluación y mejoramiento continuo: Proceso misional de investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPPO). Un caso de éxito. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Artículo de portafolio. Recuperado de: <https://www.revistacts.net/modelo-institucional-de-autoevaluacion-y-mejoramiento-continuo-proceso-misional-de-investigacion-de-la-universidad-francisco-de-paula-santander-ocana-ufppo-un-caso-de-exito/>.

Miller, Thaddeus. R., Baird, Timothy D., Littlefield, Caitlin. M., Kofinas, Gary, Chapin, F. Stuart III & Redman Charles L. (2008). Epistemological pluralism: Reorganizing interdisciplinary research. *Ecology and Society*, 13(2).

Morales Jasso, Gerardo & Bañuelos Aquino, Víctor Manuel (2024). Propuesta desde dos acercamientos a la novela histórica para precisar el campo en común de la historia y la literatura. En Francisco Altable Fernández & Edith González Cruz (Coords.), *Ficción y testimonio Diálogos entre relato figurado y relato documental* (177-214). La Paz: Instituto Sudcaliforniano de Cultura.

Morales Jasso, Gerardo & Hernández Ibarra, Ruth Elizabeth (2026). Organización y comunicación en la interdisciplina. Una propuesta sociotécnica. En Luisa Renée Dueñas Salmán, Edgar Josué García López & Louis Valentin Mballa (Coords.). *Principios y sistemas de la complejidad en la realidad organizacional Tomo IV: Multi, Inter y Transdisciplinariedad en el marco de la Complejidad de las organizaciones: metodologías, casos y retos* (89-119). México: Plaza y Valdés.

Morales-Jasso, Gerardo, Morales-Aguilar, Gabriela & Bañuelos-Aquino, Víctor Manuel (2023). Oportunidades para las ciencias sociales y las humanidades en tiempos de crisis. *Revista Sarance*, (51), 40-65. DOI: <https://doi.org/10.51306/ioasarance.051.03>.

Morales Jasso, Gerardo, Rodríguez López, Abel & Saury de la Garza, Cynthia Ileana (2021). Clasificación de las ciencias y otras áreas del conocimiento, una problematización. IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH, 12, e1354. DOI: https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1354.

Moslemi, Jennifer M., Capps, Krista A., Johnson, Mark S., Maul, Jude, McIntyre, Peter B., Melvin, April M., Vadas, Timothy M., Vallano, Dena M. Watkins, James M. & Weiss, Marissa (2009). Training tomorrow's environmental problem solvers: An integrative approach to graduate education. *BioScience*, 59(6), 514-521.

National Research Council (2015). Enhancing the Effectiveness of Team Science. The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/19007>.

Navarro, Juan Pablo, Sala, Hernán Limbiati, Vanina, Corda, Florencia & Moreno, Débora (2013). Uso intensivo de herramientas de colaboración en línea en educación superior. *Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior*, (6), 1-8.

Olivé, León (2007). La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: ética, política y epistemología. México: FCE.

Ortega Esquivel, Aureliano (2020). ¿Destruir la universidad? *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, 59(155), 161-179. Recuperado de: <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/filosofia/article/view/44625/44499>.

Ortoll, Eva, Canals, Agustí, García, Montserrat & Cobarsí, Josep (2014). Principales parámetros para el estudio de la colaboración científica en Big Science. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), e069. DOI: <https://doi.org/10.3989/redc.2014.4.1142>.

Pérez Sedeño, Eulalia (2007). Evaluación, transparencia y democracia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 3(8), 173-181. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-952>.

Pérez Valentin, Keeren (2020). Una experiencia exitosa de trabajo colaborativo docente. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El Trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (143-158). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Richards, Stewart (1987). *Filosofía y sociología de la ciencia*. México: Siglo XXI.

Roy, Eric D., Morzillo, Anita T., Seijo, Francisco, Reddy, Sheila M. W., Rhemtulla, Jeanine M., Milder, Jeffrey C., Kuemmerle, Tobias & Martin, Sherry L. (2013). The Elusive Pursuit of Interdisciplinarity at the Human-Environment Interface. *BioScience*, 63(9), 745-753. DOI: <https://doi.org/10.1525/bio.2013.63.9.10>.

Robinson-García, Nicolas, Amat, Carlos B. (2018). ¿Tiene sentido limitar la coautoría científica? No existe inflación de autores en ciencias sociales y educación en Es-

paña. Revista Española de Documentación Científica, 41(2), e201. DOI: <https://doi.org/10.3989/redc.2018.2.1499>.

Sáez, A., Hugo Enrique (2008). *Cómo investigar y escribir en Ciencias Sociales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Salatino, Maximiliano & López Ruiz, Osvaldo (2021). El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia mundial. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16(46), 73-100. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/212>.

Santiago García, Rosana (2020). Trabajo colaborativo para la formación docente en educación media superior. En César Darío Fonseca Bautista, Luz Marina Ibarra Uribe & R. Santiago García (Coords.), *El Trabajo colaborativo docente en la educación media superior* (63-88). Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Stone, Anthony R. (1969). The interdisciplinary Research Team. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 5(3), 351-365.

Subsecretaría de Educación Media Superior (2015). *Desarrollo de mecanismos para el trabajo colaborativo*. México: Secretaría de Educación Pública.

Turner, John R. & Baker, Rose (2020). Collaborative Research: Techniques for Conducting Collaborative Research from the Science of Team Science (SciTS). *Advances in Developing Human Resources*, 22(1), 72-86. DOI: <https://doi.org/10.1177/1523422319886300>.

Vaillant, Denise (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. *Política educativa*, (60), 5-13.

Zamora-Bonilla, Jesús & González de Prado Salas, Javier (2014). Un análisis inferencialista de la coautoría de artículos científicos. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), e064. DOI: <https://doi.org/10.3989/redc.2014.4.1145>.