

# Desde una formación fragmentada a una integradora: fomentando una perspectiva polímata y holística en la investigación científica

Saúl Manuel Favela Camacho\*

## Resumen

Los cambios socioeconómicos, el desarrollo progresivo de tecnologías y el aumento del conocimiento científico, llevan a la formación de profesionales en investigación de posgrado a una encrucijada. Aunque las Instituciones de Educación Superior (IES) han estado educando a los estudiantes para llevar a cabo investigación y desarrollo tecnológico desde sus propios campos disciplinares, todavía falta por ofrecer una formación con un enfoque holístico o generalista, en conjunción a la formación especializada que prevalece en las IES. Aspectos como la comunicación científica con públicos diversos, la colaboración e interacción con otros profesionales de diferentes áreas de conocimiento, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, así como una formación ética y humana dan cuenta de lo importante de desarrollar una mentalidad “multidisciplinaria” en el quehacer de la investigación científica.

## Palabras clave

Investigación científica ¶ Generalista ¶ Holista ¶ Polímata ¶ Formación

## Abstract

Socioeconomical changes, the progressive development of technologies and growth of scientific knowledge, leave training of graduate professional researchers behind. Although higher education institutions had trained students to perform research and develop technologies from their disciplinary fields, there is still missing an integrated instruction that allows those new professionals and scientists to develop a holistic or generalist paradigm, together with the specialized instruction common in higher education institutions. Aspects like science communication with diverse public, collaboration, and interaction with other professionals from different science disciplines, development of critical thinking skills, as well as ethics and humanistic instruction realize how important is to keep a “multidisciplinary” mindset in doing science research.

## Key words

Science research ¶ Generalist ¶ Holist ¶ Polymath ¶ Instruction

\* Estudiante del programa del doctorado en tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Estudiante del Programa del Doctorado en ingeniería en mecatrónica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), México. (saul.favela@uacj.mx; saul.favela@live.com).

## Introducción

**A**L MOMENTO de redactar este escrito, existen algunas situaciones problemáticas y complejas por resolver a nivel global y local: los efectos de la pandemia por la COVID-19 en la sociedad; cambios en la dinámica laboral en cuanto a la presencialidad y el trabajo remoto; migración de personas provocada por problemas estructurales sociales, económicos y políticos en los países de origen que los llevan a buscar una mejor calidad de vida; discriminación racial y étnica; preocupación por el cambio climático y sus consecuencias globales; el auge del populismo y el debilitamiento de la democracia (Ulloa Tapia, 2013); aumento en los índices de criminalidad; explosión demográfica que lleva a una valoración en la distribución de recursos; inflación y aumento en el costo de vida; acceso a vivienda y movilidad social; amenaza por una guerra nuclear o uso de armas biológicas (Bollfrass & Herzog, 2022; Lentzos, 2022); inequidad en la distribución de la riqueza, ya que esta se concentra en un grupo pequeño de individuos; y una cadena de suministro que no se da abasto para la distribución de bienes y productos. Eso sin contar la problemática de los efectos provocados por las situaciones antes enunciadas e incluyendo la incertidumbre de lo que pudiera surgir en el futuro.

Aunado a eso, se presentan paradigmas o nuevas tendencias en el conocimiento y desarrollo de tecnologías, como la Industria 4.0 y la computación cuántica que están transformando la dinámica de la realidad económica, social y política alrededor del mundo (Reding & Eaton, 2020). Aunque el conocimiento científico como medio eficaz nos ha permitido el aprender y entender los fenómenos que forman parte de la realidad del ser humano y resolver algunos problemas mediante su uso y para el desarrollo de tecnologías emergentes, todavía falta mucho por hacer.

Existe trabajo por realizar debido a que los problemas que enfrentamos como humanidad son impredecibles y complejos. Esa complejidad se entiende, desde las palabras de Morin, como “un tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (Morin, 2004, p. 32). Para los investigadores científicos que tratan de estudiar esos fenómenos con tales características supone un reto abordarlos desde la perspectiva compleja, debido a la formación que ha imperado en las instituciones de educación superior, que es el modelo donde existe un “método tradicional” de hacer ciencia: aislar y simplificar el problema, formalizarlo matemáticamente y lograr una solución, en otras palabras, un modelo determinista, lineal, predictivo (Gershenson, 2009). Además, la formación académica en investigación que es común en las Instituciones de Educación Superior (IES) se caracteriza por la exploración del conocimiento en una sola disciplina, derivada principalmente del enfoque

reduccionista (Ben-David, 1971). Y como tal, este tipo de formación se ve influenciada por las normas profesionales de la misma disciplina que va dictando la temática a investigar (Terjesen & Diamanto, 2015).

Se deben analizar otras propuestas para hacer ciencia, porque desde la perspectiva general de los académicos o investigadores científicos solamente se incentiva la atención y formación hacia una única disciplina de conocimiento, y no se fomenta el desarrollar experiencias en campos disciplinares múltiples, ya que se piensa que el abordaje de los problemas debe ser solamente desde una perspectiva concreta (Ben-David, 1971). Sin embargo, debido a la complejidad de la realidad se requiere una combinación y aplicación de habilidades multidisciplinares desde diferentes campos y áreas académicas especializadas para su abordaje. Además, la dinámica del quehacer del científico en la actualidad lo lleva a no solamente realizar actividades propias de la investigación, sino también a fungir como divulgador, docente, consultor, profesional y administrador, roles en los que tiene que aplicar conocimientos de las disciplinas de contabilidad, economía, ética, finanzas, derecho, psicología, pedagogía y administración. El hecho de solamente enfocarse en una sola disciplina sin tomar en consideración las demás, puede convertir a la investigación en una “formalidad abstracta” (Janssen & Goldsworthy, 1996) y transformarla en una actividad desvinculada de los problemas de la realidad, donde la actividad académica “ama las definiciones, no soluciones” (Muller, 2007; Tse & Esposito, 2014; Kirchherr, 2018).

Uno de los retos para los investigadores es la cantidad de información científica que ha estado aumentando continuamente, dando como resultado nuevos campos de conocimiento donde surgen diferentes conceptos, técnicas, herramientas y metodologías, y a la vez se complica la formación y el quehacer de investigadores científicos, junto con el abordaje de las temáticas y objetos de estudio (Bosch & Casadevall, 2018).

También hay que considerar la manera en cómo se forman a los científicos en el caso específico de México, que está lleno de retos y contradicciones. Por citar algunos ejemplos: a pesar de utilizarse como un recurso estratégico, la ciencia en el país no ha ofrecido los resultados esperados, sino resultados espontáneos sin rumbo (Rivas, 2005); e incluso formando investigadores en parámetros de simulación, donde no se contribuye a resolver problemas cruciales, sino a mantener el *statu quo* donde impera la cantidad de las publicaciones, se le da importancia a los estímulos económicos, existen mecanismos de control en las políticas científicas y se amplifica el pensamiento eurocéntrico por falta de originalidad (Flores, 2018). Y ante esta situación sombría, se incluye también la falta de apoyo por parte de las instituciones, internas y externas de las IES, que dificultan las actividades científicas,

cuestionando si las condiciones en México son las favorables para hacer ciencia de una manera competente (Eliaz *et al.*, 2017).

En medio de todas esas complicaciones enunciadas, el quehacer del científico, desde su formación hasta su práctica profesional, se vuelve un proyecto difícil y laborioso. El trabajo de formación puede resultar engorroso o cuestionable para los investigadores científicos, y para las nuevas generaciones de estudiantes que han pensado en hacer alguna carrera como investigador puede esto resultar poco atractivo. ¿Qué propuesta se ofrece como opción de formación de investigadores que permita un pensamiento crítico ante la problemática compleja? ¿Qué nos enseña la historia de la ciencia sobre esa opción? ¿Qué se está realizando en este momento para lograr una formación de investigadores más acorde a las circunstancias actuales? ¿Qué consideraciones se deben de tomar en cuenta para la formación de investigadores con base en la información enunciada en los párrafos anteriores? A continuación, se evalúan algunas propuestas interconectadas para poder dar contestación a esas interrogantes.

La polimatía: un acercamiento a la formación integradora y holística para conocer y entender la realidad

Polímata. Multipotencial. Mil usos. Todólogo. Generalista. Estuche de monerías. A todo le tiras y a nada le pegas. *Jack of all trades, master of none*. Hay una variedad de adjetivos y frases para definir al individuo que hace de todo o tiene intereses muy variados, pero que desarrolla un nivel de talento distinto en cada uno de esos intereses. A ese individuo se le conoce como polímata. Entretanto, el talento y las habilidades que desarrolla a nivel individual las puede demostrar con un nivel de experto o de principiante (Cotellessa, 2018). Sin embargo, otro adjetivo a utilizar es el de multipotencial, “es cualquier individuo quien, al proporcionarle los ambientes apropiados, puede escoger y desarrollar cualquier número de competencias a un alto nivel” (Fredrickson, 1979, p. 268). Es decir, que cualquier persona puede desarrollar un sinnúmero de destrezas y conocimientos, si ese individuo está expuesto a los ambientes de formación adecuados.

También, la definición de polimatía incluye la orientación fundamental de los individuos o grupos hacia una búsqueda de un aprendizaje profundo, amplio y conectado, y envuelve la práctica y desarrollo de comportamientos y capacidades para llevar a cabo ese cometido, teniendo como resultado transformaciones positivas y contribuciones a la sociedad (Espindola, 2015).

A lo largo de la historia han existido individuos que engloban las características antes descritas. Estos personajes históricos fueron presa de las circunstancias en las

que vivieron en su tiempo y espacio. Al revisar brevemente su vida, se da cuenta de lo importante que fue la formación en diferentes áreas de conocimiento, ya que fue posible una influencia notable en la realidad de su tiempo hasta nuestros días en el campo del desarrollo de la ciencia y avances en el entendimiento de los fenómenos de la realidad, incluso haciendo conexiones con el conocimiento e influyendo en el mejoramiento de su sociedad donde se desarrollaron (Burke, 2020).

*Aristóteles*, filósofo griego de la antigüedad, escribió diversas obras sobre la lógica, física, biología, política y estética (Salgado, 2012). *Alfonso X el Sabio*, rey de León y Castilla durante la Edad Media, además de su función como monarca, patrocinó la tarea intelectual de facilitar el conocimiento sobre diversas áreas durante su tiempo, ya que en su corte empleaba eruditos judíos, cristianos y musulmanes para traducir libros del árabe y hebreo al latín y castellano. Sin estos trabajos, el idioma castellano o español como lo conocemos, no existiría. Él mismo supervisaba dichos trabajos. Sus intereses incluyen conocimientos en la astronomía, astrología, ciencias naturales, historia, juegos, derecho y poesía (Sánchez, 1944). *Leonardo da Vinci*, aclamado artista del Renacimiento, además de ser escultor y pintor, también fue ingeniero, inventor, militar, geólogo, geógrafo, astrónomo, matemático, fisiólogo y químico. A este personaje se le considera el perfil ideológico de lo que es una persona polímata o multipotencial (Torres, 2004). *Sor Juana Inés de la Cruz*, considerada la “Décima Musa”, además de tener intereses en la teología y filosofía, también los tenía en la filosofía natural, leyes, música, poesía, teatro y astronomía, incluso se le atribuye haber escrito un recetario de comida (Burke, 2020). *Benjamín Franklin*, además de ser un personaje activo en la política de Estados Unidos y haber heredado su figura a los billetes de 100 dólares, debido a que fue uno de los padres fundadores esa nación, fue prensista, científico, inventor, jugador de ajedrez, humorista, músico, activista, estadista, demógrafo, oceanógrafo, administrador de correos y diplomático (Kaufman *et al.*, 2010). *Alexander von Humboldt*, también fue reconocido por ser un polímata y estar adelantado a su tiempo, ya que tenía numerosos intereses en la ciencia y fundó los principios de diferentes áreas de las disciplinas en biología, ecología y biogeografía, incluso llegando a ser poeta, estadista, diplomático, explorador, filósofo y humanista (Mohan & Tamma, 2021).

Estos son algunos ejemplos de individuos que desarrollaron multipotencialidades y fueron polímatas. Existieron y hay actualmente muchos en el mundo, dejando tras de sí un legado e impacto en el avance del conocimiento científico. Entender y evaluar la vida de ellos es una manera práctica de visualizar la polimatía o multipotencialidad, que hasta cierto punto puede ser imitada o servir como modelo en la formación científica.

Aunque el motivo de este escrito no es exponer la biografía de los personajes antes mencionados, solamente se muestran como un punto de partida para la justificación de la formación y el conocimiento en múltiples disciplinas. Lo que llama la atención es que, a partir de la especialización del conocimiento, los individuos multipotenciales o polímatas fueron reduciéndose en el esquema de la importancia de la historia mundial. Se empezó a considerar un estilo de vida que fue desapareciendo (Burke, 2020). Pero a medida que el conocimiento y la información se fueron acumulando, surgió la necesidad de la especialización. Bajo el contexto de la teoría económica, expuesta por Adam Smith (otro polímata), se analizaron los beneficios de la división de trabajo en componentes más simples para incrementar la eficiencia y productividad (Smith, 1776), ideas que fueron trasladadas a las actividades académicas (Casadevall & Fang, 2014). Evidencia del incremento en la especialización científica se demuestra por el crecimiento del número de revistas, artículos, investigadores y citas en cada artículo científico, creando así nuevas y diferentes narrativas de abordaje a nuevos fenómenos, pero se falla en el ofrecimiento de soluciones a problemas reales (Funk, 2018).

Claro, la especialización puede ofrecer algunas soluciones puntuales y adecuadas a determinada problemática; pero a medida que aumentan sus complejidades es posible hacer uso de varios especialistas, y combinar la experiencia de ellos para el surgimiento de nueva información o nuevas formas de solucionar un problema. La existencia de divisiones del conocimiento va a seguir persistiendo, porque es imposible para el individuo tener un entendimiento amplio sobre todo a la vez y también porque ciertos métodos definidos para cada disciplina son necesarios para resolver un problema específico. Sin embargo, el rescate de las propuestas históricas puede resultar benéfico para el abordaje de los fenómenos y encontrar alguna solución o propuesta.

### Especialista vs. generalista: ¿por qué no ser holista?

¿Cuáles son las ventajas de la especialización en la ciencia? Además de los beneficios señalados por Smith en la eficiencia de la división de trabajo, también se incluye el establecimiento legítimo y competencia por recursos, que lleva a las disciplinas a un avance significativo, aspecto que no se lograría si solamente existiera un conocimiento superficial de la disciplina. Esto implica que existe un cuerpo de conocimientos y habilidades que se tienen que dominar para su posterior aplicación (American Psychological Association, 2005). Se incluye también el aspecto utilitario de reconocimiento y recompensas institucionales a medida que un investigador se enfoca a una disciplina en concreto (Abramo, D'Angelo & Di Costa, 2019).

Otra ventaja de la especialización del conocimiento es que supone que una disciplina ha crecido y madurado a medida que emergen nuevas subdisciplinas. El hecho de que surjan nuevas especialidades en una disciplina es una señal positiva de que el conocimiento en sí se está expandiendo (American Psychological Association, 2005). Sin embargo, la especialización del conocimiento representa un obstáculo para observar cualquier fenómeno en su estado puro, ya que se corre el riesgo de caer en un reduccionismo (Morin, 2004). El reto por contemplar es mantener la importancia de la especialización en su debido lugar para que se puedan obtener beneficios y cuando los problemas demanden el colaborar o trabajar entre diferentes posturas disciplinares, es allí donde se requiere formar una postura holista. Este punto intermedio no demerita ni una forma especialista o una forma generalista de realizar investigación científica.

La perspectiva generalista u holista permite abordar el objeto de estudio desde diferentes posturas teóricas, es decir, desde una mirada plural, donde convergen distintos enfoques buscando un punto en común para la comprensión de los fenómenos complejos. Un ejemplo de esto es la investigación educativa, donde se combinan disciplinas como la historia, sociología, psicología, economía y política (González, 2010).

Se discute también la importancia de la interdisciplinariedad y el quehacer de los polímatas en la investigación, como por ejemplo en el área de las ciencias ambientales. Debido a que hay poca investigación interdisciplinaria en las ciencias ambientales, los polímatas pueden realzar la efectividad de la interdisciplinariedad mediante su conocimiento y el entendimiento de diferentes lenguajes disciplinares, epistemologías y metodologías, tratando de incluirlos y reconocer la aportación que ofrecen en las discusiones entre diferentes disciplinas (Young & Marzano, 2010). Por lo tanto, no conviene a propósito de este ensayo demeritar alguna u otra postura: es menester mantener una mentalidad holista donde convergen lo especialista y lo generalista.

*Bildung*: La propuesta de la tradición alemana a una formación multidimensional

Otra propuesta para la formación multidimensional, holista o polímata, es con relación al término alemán *Bildung*, que emerge de una tradición socio-filosófica y educativa que se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, resultado de las corrientes de la Ilustración y Romanticismo, pero tuvo su hegemonía gracias a la aplicación en los trabajos de Wilhelm von Humboldt durante finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX (Heidt, 2015). Es un concepto que no tiene traducción al español, pero se han realizado diversas empresas en proporcionar una definición.

Las ideas detrás del concepto han tenido cambios en su conceptualización e interpretación, incluso al surgir diversas tradiciones de acuerdo con la realidad actual, donde se incluye la aceptación de que es un conocimiento práctico o alfabetismo científico que envuelve valores, cosmovisiones y acciones (Sjostrom, Frerich, Zuin & Eilks, 2017). Incluso dicho concepto, fue utilizado como referente para la creación de un nuevo modelo de universidad, donde existía libertad de cátedra e investigación y beneficiando el nivel cultural y educativo de la población, pero que a la vez el modelo fue duramente desacreditado durante el siglo xx. Aunque existen críticas a ese modelo, todavía sigue vigente en las universidades alrededor del mundo (Savvina, 2016).

Dicho concepto envuelve dos elementos: la autoformación reflectiva autónoma y la acción responsable con la sociedad, llegando a ser como un ideal educacional para los individuos. A partir de estas concepciones, Sjostrom (2017) identifica tres visiones u orientaciones sobre el concepto *Bildung*: la primera orientación (Visión 1), la cual se enfoca principalmente en el aprendizaje sobre el contenido científico y procesos de la práctica científica para su posterior aplicación; la segunda orientación (Visión 2), que se enfoca en el entendimiento del uso del conocimiento científico en la vida y en la sociedad por medio de contextos significativos; y la tercera orientación (Visión 3), donde la educación científica se utiliza con fines orientados a acciones socio-políticas, morales, filosóficas, existenciales, incluyendo aspectos de la naturaleza de la ciencia. Esta idea del *Bildung* puede utilizarse como una plataforma o base en el desarrollo de programas de formación que permitan una integración de la aplicación del conocimiento. Sería conveniente repensar, dentro de las posibilidades individuales e institucionales, si la aplicabilidad de algunos aspectos modernos del concepto *Bildung* pueden trasladarse en la creación de un paradigma para el mejoramiento de la enseñanza de investigación.

### Algunas propuestas y recomendaciones de formación integradora y holista

Diversas instituciones han caído en la cuenta de cambiar el paradigma clásico de la formación disciplinar. Tomando en consideración los antecedentes de la historia de la ciencia en lo que la multipotencialidad o polimatía se refiere y en las tradiciones clásicas como el *Bildung*, se han creado iniciativas y proyectos en algunas universidades, que dan cuenta de la importancia de la formación integradora y holista. Por ejemplo, la Universidad del Sur de California fundó la Academia Sidney Harman del Estudio Polimático, la cual tiene como propósito ofrecer encuentros para concientizar la polimatía, involucrando al profesorado, estudiantes de grado y posgrado, así como exalumnos, donde se realizan discusiones sobre los Cuatro Cuadrantes



de Búsqueda de la Polimatía: pensamiento crítico e integral, estudio histórico de grandes polímatas, abanico de conocimiento y comunicación. Se presenta como un espacio intelectual donde estudiantes y profesores aprenden a integrar múltiples campos de aprendizaje mediante la exploración y el diálogo. (University of Southern California, 2022). El Colegio de Ciencias Naturales de la Universidad de Texas en Austin tiene una comunidad honorífica en donde estudiantes que tienen intereses diversos pueden incluir en su currículum principal una formación multidisciplinaria mediante cursos y formación complementaria (University of Texas at Austin, 2019). En Londres, existe la Escuela de Estudios Interdisciplinarios, la cual ofrece una licenciatura y un posgrado en Artes y Ciencias en Métodos y Problemas Interdisciplinarios, donde se preparan a los estudiantes a desarrollar conocimiento y habilidades para el mundo cambiante. Llama la atención el lema de que “si los problemas no respetan las fronteras entre las disciplinas, ¿por qué no el grado académico?” (The London Interdisciplinary School, 2022). El Centro de Investigación de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) ofrece el programa de Doctorado Transdisciplinario de Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, que tiene como fin formar investigadores y científicos capacitados para que puedan aplicar la ciencia y tecnología en la solución de problemas complejos con un enfoque transdisciplinario (Cinvestav, 2022). En la medida que sea conveniente, se sugiere presentar un análisis más exhaustivo de estas propuestas y hacer una valoración en cuanto a lo que puede reproducirse, aprovecharse o servir como modelo de aplicación para el desarrollo de nuevos programas institucionales.

Con base en la información presentada, se recomienda realizar un ejercicio autorreflexivo y crítico de mejoramiento continuo en la identificación de fallas o deficiencias en el quehacer del investigador científico, propio de cada instituto de educación donde se ofrecen programas de formación de investigadores científicos. También conviene hacer una autoevaluación sobre el estado del conocimiento personal como investigador científico, intentando identificar áreas de oportunidad de mejora. Se recomienda fomentar una mentalidad del aprendizaje de por vida o aprender a aprender, a nivel inter e intrapersonal, donde en todas las etapas de la existencia y en todos los contextos donde se desenvuelve el ser humano, ya sea en la escuela, en el trabajo, en la casa o en la comunidad, y en ambientes formales, informales o no formales contribuyan a un estado de autorreferencia, donde pensamos, sentimos y actuamos, siendo críticos a esa adecuación, desarrollando nuevos marcos de referencia y actuando en conformidad (Laal, 2011). No se escatima ni se reprueba la importancia que tiene la especialización en las ciencias, debido a la gran cantidad de información que se está generando. La especialización en sí ofrece una gran ventaja para el desarrollo científico. Por lo tanto, la especialización es y

seguirá siendo un aspecto importante para el desarrollo de la ciencia, pero no se debe de olvidar que su uso exclusivo puede llevar a algunas desventajas.

Se debe de fomentar una formación individual y social, donde se integren aspectos del yo y del otro, recalcando que el ser humano forma parte de un todo y ese todo incluye al ser humano. Una mentalidad sistémica, ya que los problemas se manifiestan de esa manera (Morin, 2004).

El debate sobre las ciencias naturales contra las ciencias sociales es una falsa dicotomía, como lo expone Gil Antón (2004). La visión separatista que impera en algunos centros de estudio debido a las estructuras organizativas y curriculares en las áreas de especialización no permite formar profesionales capacitados para abordar problemas complejos (Borjas Gil & Vílchez Paz, 2009). Por esta razón conviene reducir la brecha de cooperación entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y humanidades, mediante la eliminación de problemas de comunicación, uso de metodologías e intereses propios de cada objeto de estudio en cada una de las disciplinas. (Voskamp, 1986).

Se debe de realizar, a medida de lo posible y factible, la revisión continua del currículo de formación de cada programa institucional, con el fin impulsar una formación interdisciplinaria, ya sea en las humanidades, ciencias sociales y artes. Por ejemplo, se pueden ofrecer cursos de formación en teoría del conocimiento, estudio de la historia de la ciencia o de las artes, así como analizar los intereses y la creatividad de algunos científicos de la historia reconocidos y actuales.

Fomentar una formación diversa y no monótona. Animar a los nuevos científicos, dentro de las posibilidades individuales e institucionales, a cambiar o diversificar su carrera de investigadores. Esto incluye el no criticar o visualizar a los científicos de diferentes disciplinas a las propias o científicos polímatas como los “otros”. Fomentar divisiones no trae más que retrocesos en el quehacer científico y potencializa los problemas.

Se propone evaluar, diseñar, planificar y aplicar un currículum de formación multidisciplinaria, considerando los modelos de algunas instituciones anteriormente expuestas en la medida posible, en los programas de formación de investigadores (Smith & Karr-Kidwell, 2000; Hagan & Hudis, 2010). Este ejercicio requiere la participación de especialistas en ciencias de la educación, en conjunción con otros actores que intervienen en el desarrollo de políticas institucionales.

Proponer una formación en teoría y filosofía de la ciencia, así como también en las metodologías (cualitativas, cuantitativas y mixtas), resaltando la importancia de su uso en conformidad con las características del objeto de estudio, así como los intereses particulares de cada persona. Es esencial que los nuevos científicos desarrollen habilidades para la investigación rigurosa e integridad científica, con el fin de

que puedan identificar errores o falacias en la investigación. Conviene también que los estudiantes conozcan nuevas técnicas y herramientas de investigación que van surgiendo producto del avance del entendimiento científico.

Encauzar a los nuevos estudiantes a que desarrollen habilidades de razonamiento matemático y estadístico, así como en el uso de herramientas de programación y nuevas tecnologías de comunicación e información. El conocimiento de las nuevas tendencias tecnológicas debe de ser acorde a su campo de estudio e investigación.

Enseñar a los nuevos estudiantes a que se rijan por normas éticas elevadas en su quehacer como científicos y profesionales. La aplicación de la ética se manifiesta en la realización de trabajos de investigación cuando se hace un uso correcto de las normas de citas y referencias en los productos, en el cuidado de robo de ideas, en la evitación de falsificación de información o manipulación de resultados para lograr algún beneficio (Inguillay, Tercero & López, 2020).

Aplicar la teoría pedagógica adecuada en la formación de investigadores científicos. Esto incluye por parte de los instructores y docentes la aplicación de una enseñanza eficaz demostrándolo en los ámbitos cognitivo, conductual y humanista. En la conductual, la enseñanza eficaz se demuestra cuando el docente puede imprimir los objetivos relevantes de la instrucción proporcionada y se hace una valoración de que realmente han alcanzado los objetivos de formación. En el ámbito cognitivo, la eficacia de la enseñanza se demuestra cuando los instructores y docentes transmiten la información de acuerdo con las características cognitivas de los estudiantes, que se puede organizar y presentar la información que promueve la solución de problemas y el pensamiento crítico. Por último, bajo el esquema humanista, la enseñanza es eficaz cuando se demuestra que los estudiantes han adquirido conocimiento e información acorde a sus metas y necesidades individuales, que pueden apreciar y entender los pensamientos y sentimientos de los demás de una mejor manera, y que son capaces de reconocer sus sentimientos frente al conocimiento adquirido (Favela, 2015).

Que los nuevos científicos sean capaces de pensar de manera innovadora y creativa, y que puedan, de acuerdo con sus circunstancias personales, trabajar en colaboración con otros profesionales o científicos de otras áreas de conocimiento; incluso desarrollar la curiosidad y empaparse de información de otras disciplinas que le ayuden a solventar problemas que no se resuelven en su propia disciplina. El entendimiento de fenómenos complejos típicamente requiere la combinación de diferentes enfoques.

Existe una brecha muy grande entre el conocimiento que se genera y utiliza en la academia y en los espacios fuera de ella (industria, gobierno y público en general).

Sería conveniente que los nuevos científicos puedan ser formados en identificar y aplicar maneras efectivas de poder cerrar esas brechas, específicamente en lo que tiene que ver con la comunicación de información científica (Favela Camacho *et al.*, 2021). También, se deben de fortalecer ya sea a nivel institucional o individual las oportunidades para la construcción de conocimiento, mediante lazos de colaboración para la innovación y el desarrollo tecnológico con sectores sociales y productivos, nacionales e internacionales; mediante convenios con organizaciones externas a la academia donde se puede realizar intercambio de servicios; y mediante apoyos mutuos de producción del conocimiento a través de integración de equipos de trabajo locales, nacionales e internacionales (Ortiz *et al.*, 2015).

Que se fomente el desarrollo de una mentalidad local y global, reconociendo las diversidades tanto en los diferentes ámbitos disciplinares, institucionales y regionales como también en la sociedad en general, tomando en cuenta los antecedentes de los individuos con quienes interactúa. Esto se demuestra con la propuesta de las llamadas “Epistemologías del Sur” de De Sousa Santos (2010), del cual se parten tres premisas: que la comprensión del mundo es mucho más amplia que la comprensión occidental del mismo (tomando como base que la ciencia tiene una influencia estrecha con la mentalidad del desarrollo occidental); que la diversidad mundial es infinita, ya que existen heterogéneas formas de pensar, actuar y relacionarse; y que la gran pluralidad del pensamiento humano no puede ser monopolizado por una sola teoría general que explique la realidad, sino que se deben de buscar formas diversas del conocimiento. Este reconocimiento de diversidades se puede llevar a cabo mediante programas de intercambio académico, viajes o estancias en lugares diferentes a la institución donde se está formando. Se incluye también la creación de redes de colaboración nacional e internacional donde exista la diversidad y libertad de pensamiento.

Ofrecer y mostrar diferentes ámbitos de desarrollo profesional para los profesionales en la investigación científica, aparte de la academia, ya sea en la industria o en instituciones de gobierno. Aunque la mayoría de los profesionales de la investigación científica buscarán desarrollarse en el ámbito académico, no es la única vía para el quehacer profesional. Existen otras opciones por explorar (Basalla & Debelius, 2015). Incluso se puede incursionar en el emprendimiento mediante la creación de *start-ups* de base tecnológica.

Ser crítico ante las prácticas académicas que se han institucionalizado, pero que son cuestionables, como la publicación de artículos académicos (*publish or perish*, publica o desaparece), basarse en el llamado factor de impacto de las revistas científicas, en contraste con el impacto que debería de tener esa publicación en la solución de un problema o en el mejoramiento de la calidad de vida humana.

Fomentar la participación inter y transdisciplinaria y crear nuevas oportunidades de interacciones en las mismas instituciones de educación superior o en los institutos de investigación. Que se desarrolle una capacidad de aprendizaje en términos sistémicos donde se deba comprender a sí mismo como individuo y como un miembro de la comunidad, produciendo conocimiento y haciendo uso de éste para el beneficio colectivo. Se incluye también el trabajar en el fortalecimiento de la autonomía en el aprendizaje y proceso de formación (Ibarra, 2000).

El quehacer de la formación de investigadores es una acción continua y requiere de una constante revisión a conciencia por parte de todos los actores que participan en esa tarea. Esta información es solamente un referente que puede conducir a un debate más amplio en el futuro o producir mayores ideas que potencialicen propuestas ante las circunstancias cambiantes y complejas de nuestra realidad.

## Referencias

- Abramo, G., D'Angelo, Abramo, Giovanni; D'Angelo, Ciriaco Andrea; Di Costa, Flavia C. A. & Di Costa, F. (2019). Diversification versus specialization in scientific research: Which strategy pays off? *Technovation*, 51-57.
- American Psychological Association. (2005). *The importance of disciplines*. Psychological Science Agenda. <https://www.apa.org/science/about/psa/2005/10/ed-column>
- Basalla, S. & Debelius, M. (2015). “So What Are You Going to Do with That?” *Finding Careers Outside Academia*. University of Chicago Press.
- Ben-David, J. (1971). *The scientist's role in society: A comparative study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bollfrass, A. K. & Herzog, S. (2022). The War in Ukraine and Global Nuclear Order. *Survival*, 7-32.
- Borjas Gil, M., y Vilchez Paz, C. (2009). Ciencias “duras” vs. ciencias “blandas”. *Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 195-209.
- Bosch, G. & Casadevall, A. (10 de Agosto de 2018). *Graduate biomedical education needs an overhaul. Here's our version*. STAT. <https://www.statnews.com/2018/08/10/graduate-biomedical-education-overhaul/>
- Burke, P. (2020). *The Polymath. A Cultural History from Leonardo Da Vinci to Susan Sontag*. Yale University Press.
- Casadevall, A. & Fang, C. F. (2014). Specialized Science. *Infection and Immunity*, 1355-1360.

- Cinvestav. (2022). *Misión*. Obtenido de Doctorado Transdisciplinario Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad. <https://transdisciplinario.cinvestav.mx/mision>
- Cotellessa, A. J. (2018). In Pursuit of Polymaths: Understanding Renaissance Persons of the 21st Century. *The George Washington University*. ProQuest Dissertations Publishing.
- De Sousa Santos, B. (2010). *Refundación del Estado en América Latina. Perspectivas desde una epistemología del sur*. Ediciones IVIC.
- Eliáz Gutiérrez, M., Valdez Moreno, M., Carrillo, L. & Vázquez Yeomans, L. (2017). To be a scientist in Mexico... or not to be? *The Lancet*, 2434.
- Espindola Araki, M. (2015). Polymathic Leadership: Theoretical Foundation and Construct Development. *Tesis de Maestría*. Rio de Janeiro, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Favela Camacho, S. M. (2015). Diseño de un instrumento para la evaluación de la eficacia de la enseñanza de los docentes en la UACJ. *UACJ Recursos Electrónicos. Productos de Investigación ICSA-MIEA*. Ciudad Juárez, Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Favela Camacho, S., Favela Camacho, S. y Favela Camacho, G. (2021). Intermediación del conocimiento: Construyendo el puente para cerrar la brecha entre la investigación científica y la práctica. *Cultura Científica y Tecnológica*, 1-8.
- Flores Osorio, J. M. (2018). Retos y contradicciones de la formación de investigadores en México. *Educación en Revista*, 35-49.
- Fredrickson, R. (1979). Career development and the gifted. En N. Colangelo, & R. Zaffran. *New voices in counseling the gifted*. 264-276. Kendall/Hunt.
- Funk, J. L. (Diciembre de 2018). *The Increasing Limitations of Academic Experts: Narrower Specializations and Less Practicality even as Problems Become More Complex*. [https://www.researchgate.net/publication/329771515\\_The\\_Increasing\\_Limitations\\_of\\_Academic\\_Experts\\_Narrower\\_Specializations\\_and\\_Less\\_Practicality\\_Even\\_as\\_Problems\\_Become\\_More\\_Complex](https://www.researchgate.net/publication/329771515_The_Increasing_Limitations_of_Academic_Experts_Narrower_Specializations_and_Less_Practicality_Even_as_Problems_Become_More_Complex)
- Gershenson, C. (2009). Enfrentando a la Complejidad: Predecir vs. Adaptar. *Adaptation and Self-Organizing Systems*, 1-11.
- Gil Antón, M. (2004). ¿Ciencias duras y ciencias blandas? Una falsa dicotomía. *Contaduría y Administración*, 151-164.
- González Figueroa, F. (2010). Complejidad y multirreferencialidad en el contexto educativo. *Xihmai*, 59-72.
- Hagan, J., Ho, P. S. & Hudis, P. M. (2010). *Designing Multidisciplinary Integrated Curriculum Units*. ConnectEd: The California Center for College and Career.

- Heidt, I. (2015). Exploring the Historical Dimensions of Bildung and its Metamorphosis in the Context of Globalization. *L2 Journal*, 2-16.
- Ibarra Rosales, G. (2000). Reflexiones en torno a la formación de investigadores de la UNAM *Colección Pedagógica Univesitaria*, 63-184.
- Inguillay Gagnay, L. K., Tercero Chicaiza, S. L. y López Aguirre, J. (2020). Ética en la investigación científica. *Revista Imaginario Social*, 42-51.
- Janssen, W. & Goldsworthy, P. (1996). Multidisciplinary research for natural resource management: Conceptual and practical implications. *Agricultural Systems*, 259-279.
- Kaufman, J. C., Beghetto, R. A., Baer, J. & Ivcevic, Z. (2010). Creativity polymathy: What Benjamin Franklyn can teach your kindergartener. *Learning and Individual Differences*, 380-387.
- Kirchherr, J. (9 de agosto de 2018). *A PhD should be about improving society, not chasing academic kudos*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/higher-education-network/2018/aug/09/a-phd-should-be-about-improving-society-not-chasing-academic-kudos>
- Laal, M. (2011). Lifelong learning: What does it mean? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 470-474.
- Lentzos, F. (2022). Biological Weapons Are a Thing of the Past... Or Are They? *GEN Biotechnology*, 355-359.
- Mohan, A. V. & Tamma, K. (2021). The Lasting Contribution of Alexander von Humboldt to Our Understanding of the Natural World. *Reason*, 1041-1050.
- Morin, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Muller, G. (2007). Industry and Academia: Why Practitioners and Researchers are Disconnected. *Embedded Systems Institute*, 1-11.
- Ortiz Lefort, V., Pérez Mena, R., Martínez Valdez, R. L. y Serrano Rubio, J. O. (2015). Principales estrategias de vinculación universitaria: el caso de investigadores mexicanos. En I. Monfredini, *Ciencia y universidad. Desafíos en la Argentina, Brasil y México*. 105-129. Editora Universitária Leopoldianum.
- Reding, D. F. & Eaton, J. (2020). *Science and Technology Trends 2020 - 2040*. NATO Science & Technology Organization.
- Rivas Tovar, L. A. (2005). La formación de investigadores en México. *Perfiles Latinoamericanos*, 89-113.
- Salgado, S. (2012). *La filosofía de Aristóteles*. Serie historia de la Filosofía. Cuadernos Duererías.
- Sánchez, J. (1944). *Alfonso x el Sabio*. M. Aguilar.
- Savvina, O. V. (2016). Humboldt's university model in the contemporary world. *RUDN Journal of Philosophy*, 42-50.

- Sjostrom, J. (2017). Towards Bildung-oriented science education - framing science teaching with moral-philosophical-existencial-political perspectives. *NFSUN*, 77-80. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- Sjostrom, J., Frerich, N., Zuin, V. & Eilks, I. (2017). Use of the concept of Bildung in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 165-192.
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Methuen & Co. Ltd.
- Smith, J. & Karr-Kidwell, P. J. (2000). The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and a Manual for Administrators and Teachers. *ERIC - Institute of Education Sciences*, 1-71.
- Terjesen, S., & Diamanto, P. (2015). From the Editors: In Praise of Multidisciplinary Scholarship and the Polymath. *Academy of Management Learning & Education*, 151-157.
- The London Interdisciplinary School. (2022). *Professional Development*. The London Interdisciplinary School. <https://www.lis.ac.uk/professional-development/>
- Torres Leza, F. (2004). Leonardo Da Vinci: Un modelo multidisciplinar abierto al mundo de hoy. *Encuentros Multidisciplinares*, 18-36.
- Tse, T. & Esposito, M. (30 de Marzo de 2014). *Academia is disconnected from the real world*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/4f5fc7a2-7861-11e3-831c-00144feabdc0>
- Ulloa Tapia, C. (2013). El populismo en la democracia. *Forum. Revista Departamento de Ciencia Política*, 83-94.
- University of Southern California. (2022). *usc Sidney Harman Academy for Polymathic Study*. usc Libraries. <https://polymathic.usc.edu/>
- University of Texas at Austin. (2019). *CNS Honors Center - Prospective Students*. Obtenido de The University of Texas at Austin College of Natural Sciences. <https://cns.utexas.edu/honors/honors-programs-center/polymathic/prospective-students>
- Voskamp, W. (1986). From Specialization to the Dialogue Between the Disciplines. *Issues in Integrative Studies*, 17-36.
- Young, J. & Marzano, M. (2010). Embodied interdisciplinary: What is the role of polymaths in environmental research? *Environmental Conservation*, 1-3.