



# El aprendizaje colaborativo transdisciplinario (ACT) en la formación de formadores, una nueva perspectiva metodológica

Ulises Said Landín Juárez

Centro Regional de Educación Normal de Arteaga. Michoacán. México

Email: [uliseslandin@hotmail.com](mailto:uliseslandin@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8955-2447>

## RESUMEN

Este documento se enfoca en los avances de una de investigación doctoral sobre la formación de formadores basada en tres pilares fundamentales: el pensamiento complejo, la epistemología crítica, y la transdisciplina. Se plantea desarrollar un formador socioconstructivo, que es un sujeto colaborativo, innovador y con actitud transdisciplinaria, que ha de ser formado por medio de una estrategia, que considera una nueva metodología denominada aprendizaje colaborativo transdisciplinario (ACT), ambientes de aprendizajes híbridos, contenidos y competencias que promuevan la articulación de dominios del conocimiento profesional y el medio tecnológico. La estrategia es dinámica, contextualizada y evoluciona con el movimiento de la realidad, retoma conceptos como aula extendida, principio de isomorfismo y rol del profesor, en la construcción de sus procesos didácticos.

**Palabras clave:** estrategia transdisciplinaria, formador socioconstructivo, metodología act, complejidad.

## Aprendizagem colaborativa transdisciplinar (ACT) em formadores de treinamento, uma nova perspectiva metodológica

## RESUMO

Este documento enfoca os avanços de uma pesquisa de doutorado sobre a formação de formadores com base em três pilares fundamentais: pensamento complexo, epistemologia crítica e transdisciplina. Propõe-se desenvolver um formador sócio-constructivo, que é um sujeito colaborativo inovador com uma atitude transdisciplinar, que tem de se formar através de uma estratégia, que considere uma nova metodologia denominada aprendizagem colaborativa transdisciplinar (ACT), ambientes de aprendizagem híbridos, conteúdos e competências que promovam a articulação dos domínios do conhecimento profissional e do ambiente tecnológico. A estratégia é dinâmica, contextualizada e evolui com o movimento da realidade, assume conceitos como a sala de aula ampliada, o princípio do isomorfismo e o papel do professor, na construção de seus processos didáticos.

**Palavras-chave:** estratégia transdisciplinar, treinador socioconstructivo, metodologia act, complexidade.

## Transdisciplinary collaborative learning (TCL) in training trainers, a new methodological perspective

## ABSTRACT

This document is focused on the progress of a doctoral research about training of trainers based on three fundamental pillars: complex thinking, critical epistemology, and transdiscipline. It is proposed to develop a socio-constructive trainer, who is a collaborative, innovative subject with a transdisciplinary attitude, which has to be formed through a strategy, which considers a new methodology called transdisciplinary collaborative learning (ACT), hybrid learning environments, content and competences that promote the articulation of domains of professional knowledge and the technological environment. The strategy is dynamic, contextualized and evolves with the movement of reality, it takes up concepts such as extended classroom, the principle of isomorphism and the role of the teacher, in the construction of their didactic processes.

**Keywords:** transdisciplinary strategy, socioconstructive trainer, act methodology, complexity.

ISSN: 2340-6194

DOI: <https://doi.org/10.17811/ria.4.1.2022.9-15>



## Introducción

La pandemia por COVID-19, ha cambiado la perspectiva a nivel mundial acerca del funcionamiento de los sistemas económicos, políticos, sociales y culturales. El inicio de la contingencia sanitaria se caracterizó por crisis, complejidad y caos, donde las soluciones necesitaron estrategias encaminadas a la diversificación disciplinar (inter, multi y transdisciplinar). El momento precisa un cambio de paradigma en todos los sentidos, siendo uno de los más importantes, el sector educativo. En este contexto la respuesta emergente de los sistemas educativos a nivel global, se vinculó al uso de la tecnología y al diseño de ambientes virtuales de aprendizaje, adaptando y transformando las prácticas al escenario provocado por el distanciamiento social. Actualmente, se están retomando las actividades didácticas presenciales en la mayor parte del planeta, la pregunta es ¿Cuáles son las competencias y habilidades que necesitan los formadores hoy en día para afrontar los nuevos retos que el contexto exige? Es por eso, que la presente investigación se centra en los procesos de formación docente, particularmente en dos ejes, el conocimiento y habilidades que debe poseer un docente en el siglo XXI y el diseño de la estrategia didáctica, para posibilitar la construcción de ese tipo de sujeto.

En la primera parte del documento se revisan los fundamentos de la investigación, epistemológicos (epistemología crítica), metodológicos (transdisciplina), y ontológicos (pensamiento complejo). Una epistemología crítica donde se reincorpore el sujeto a la investigación (Zemelman, 1992) y una metodología transdisciplinaria (con sus pilares: axioma ontológico, axioma lógico, axioma de la complejidad) que considere la articulación compleja de la realidad, repensando la investigación más allá de los límites disciplinarios y la segmentación arbitraria, por medio de principios de bucles entre sujeto, objeto y tercero incluido.

La segunda parte aborda los avances de la investigación sobre los rasgos de un formador socio constructivo, como base para el diseño de una estrategia transdisciplinaria para la formación de docentes, por medio de una nueva metodología, denominada ACT.

## Razonamientos fundantes y epistemología

Una de las maneras que tiene la ciencia de acceder a la realidad es a partir de modelos, buscando que se comporten lo más cercano a ésta como sea posible. Korzybski (1994) decía que el mapa no es el territorio, simplemente son representaciones muy cercanas que han llevado a grandes descubrimientos, pero nunca llegan a ser más que eso, acercamientos, interpretaciones, pero no la realidad. Además, los modelos dependen de los paradigmas vigentes en el momento en que fueron creados. Pero, ¿qué son los paradigmas, Kuhn los describe “como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (2004:13). Morin los plantea como “un tipo de relación lógica (inclusión, conjunción, disyunción, exclusión) entre un cierto número de nociones a categorías maestras. Un paradigma privilegia ciertas relaciones lógicas en detrimento de otras, y es por ello que un paradigma controla la lógica del discurso. El paradigma es una manera de controlar la lógica y, a la vez, la semántica” (2005: 154). En ese sentido, el paradigma vigente controla, qué y cómo se enseña en las escuelas, los estudiantes asumen su visión y se aprende a la luz de éste. Además, los avances de la ciencia ocurren bajo los mismos parámetros que el paradigma determina. El problema es que el arraigamiento a un paradigma también puede con-

ducir a una ceguera conceptual, entendiendo por este término el bloqueo a ideas distintas por medio de un sistema rígido de creencias.

Feyerabend (1986), afirma que la proliferación de teorías es benéfico para la ciencia y que la uniformidad debilita su poder crítico, además de que limita el libre desarrollo del individuo. Menciona que es muy común que se elimine una teoría o una hipótesis no porque se esté en desacuerdo con los hechos, sino porque se contraponen a las creencias del paradigma dominante. Smolin (2016), plantea que las modas intelectuales han adquirido demasiada importancia, hasta el punto que escasean puestos de trabajo en donde los investigadores puedan desarrollar sus propias soluciones a los problemas fundamentales acerca del espacio, el tiempo y las partículas, normalmente tienen que seguir líneas determinadas que se tienen en los institutos y centros de investigación.

En esta investigación se considera como sustento de racionalidad el paradigma de la complejidad que se ha desarrollado a finales del siglo XX y principios del XXI. Morin (2009), menciona que se denomina complejo no por la complejidad sino por la incompletud del conocimiento. La complejidad es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al focalizar la atención en la complejidad se visualizan el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así, la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre... De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar... Pero tales operaciones, necesarias para la inteligibilidad, corren el riesgo de producir ceguera si eliminan a los otros caracteres de lo complejo; y, efectivamente, nos han vuelto ciegos (Morin, 2005, p. 32)

La complejidad involucra sistemas dinámicos, no lineales y adaptativos, trata de desarrollar un pensamiento recursivo, un pensamiento capaz de establecer retroalimentaciones (Loreto y González, 2016). Reconoce la vida como un sistema auto-eco-organizado extraordinariamente complejo que produce la autonomía, Maturana y Varela (1998) denominan este proceso como autopoiesis, que es la capacidad de un sistema de organizarse y mantenerse por sí mismo, entendiendo esta adaptación no como la optimización de rasgos mediante la selección natural sino como el mantenimiento entre el acoplamiento del ser vivo y su entorno.

La racionalidad de la complejidad “implica que los fenómenos se enfrentan a un conjunto de sucesivas alternativas, no a determinismos preestablecidos que gobiernan el mundo, lo que el Premio Nobel de química Ilya Prigogine denomina el fin de las certidumbres” (Mejía, 2008, p. 1-2). Esta nueva perspectiva que asume la complejidad, fractura irremediablemente uno de los cimientos más fuertes del positivismo, la verdad absoluta y el determinismo en el universo.

La complejidad, propone parar con la desarticulación del pensamiento, ya que la división en parcelas de la realidad ha propiciado una subespecialización tal, que la comunicación se está volviendo un problema evidente hasta en especialistas de la misma área. Solo en 1950, en un libro publicado por la Universidad de Illinois, ya se enumeraban 1,100 disciplinas sin incluir las humanidades (Max-Neef, 2004), se ha producido una especie de Big Bang disciplinario (Nicolescu, 1996) toxic chemical products formed as secondary metabolites by a few fungal

species that readily colonise crops and contaminate them with toxins in the field or after harvest. Ochratoxins and Aflatoxins are mycotoxins of major significance and hence there has been significant research on broad range of analytical and detection techniques that could be useful and practical. Due to the variety of structures of these toxins, it is impossible to use one standard technique for analysis and/or detection. Practical requirements for high-sensitivity analysis and the need for a specialist laboratory setting create challenges for routine analysis. Several existing analytical techniques, which offer flexible and broad-based methods of analysis and in some cases detection, have been discussed in this manuscript. There are a number of methods used, of which many are lab-based, but to our knowledge there seems to be no single technique that stands out above the rest, although analytical liquid chromatography, commonly linked with mass spectroscopy is likely to be popular. This review manuscript discusses (a. Morin reflexiona sobre como “el mundo está dislocado entre las ciencias, desmigajado entre las disciplinas, pulverizado en informaciones” (1993, p. 26).

La epistemología utilizada en el paradigma de la complejidad, es una epistemología reflexiva que tiene las siguientes características: no hay metodología científica universal; el conocimiento se construye activamente; lo epistemológico no versa sobre lo real sino la experiencia del sujeto; el investigador no puede obtener una verdadera representación de la realidad ontológica; la cognición sirve a la organización del mundo experiencial, no al descubrimiento de la realidad ontológica (Saavedra, 2009). Esta epistemología es considerada de segundo orden porque reinserta al sujeto dentro un universo determinado a diferencia del enfoque clásico donde se planteaba una clara separación entre el sujeto y el objeto. Sotolongo y Delgado afirman que:

*para la investigación social clásica (o de primer orden), sustentada en el objetivismo, el centro del proceso de investigación es el objeto, y el sujeto debe ser objetivo en la producción de conocimiento. Para la investigación social no clásica –reflexivista compleja o de segundo orden– de inspiración hermenéutica, el sujeto es integrado en el proceso de investigación; el sistema observador forma parte de la investigación como sujeto en proceso y es reflexivo. Desde esta perspectiva, la investigación social es un actor, un dispositivo al interior de la sociedad, un sistema observador. El posicionamiento no clásico-reflexivista complejo supera las disyunciones sujeto-objeto, externalidad-internidad, entre otras, y abre un camino a lo interaccional y a lo reticular, como fuentes constitutivas de la realidad. (2006, p. 63)*

Entre estas perspectivas de segundo orden se encuentra la epistemología crítica, que usa una nueva lente para observar y comprender la realidad. Propone no depender de una única lógica univalente, sino una multiplicidad de lógicas que se entrecruzan y seuxtaponen, planteando la existencia de una lógica informal. Brower afirma que esta racionalidad:

*reclama la inclusión de múltiples saberes para una comprensión holística de las realidades en estudio, inclusión que va más allá de una tímida interdisciplinariedad entre ciencias oficiales, y que exige incorporar el conocimiento popular, el espiritual y el ancestral aborígen entre otros esta postura del racionalismo crítico implica necesariamente, la reincorporación del sujeto concreto, tanto en el proceso de conocer como en relación a los fenómenos investigados. Así, esta postura epistemológica intenta generar conocimiento directamente vinculado al desarrollo de las sociedades y de las culturas en el que se rescata el valor esencial de la vida, como eje fundamental de todo desarrollo humano posible. (2009, p. 276)*

Una perspectiva que coincide con esta multiplicidad de lógicas para articular el conocimiento a partir de la realidad es la transdisciplina. Nicolescu la define a partir del prefijo trans, que indica, “lo que está a la vez entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su finalidad es la comprensión del mundo presente en el cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento” (1996, p. 35).

Uno de los problemas para entender la transdisciplina radica en la poca comprensión de la discontinuidad. Muchos interpretan las fronteras entre las disciplinas como fronteras entre países, continentes y océanos, en donde nunca deja de existir una continuidad en el territorio, un mismo nivel de realidad. Pero para Nicolescu las fronteras toman un sentido distinto:

*Para nosotros, éstas son como la separación entre las galaxias, los sistemas solares, estrellas y planetas. Es el movimiento en sí mismo, el que genera la fluctuación de las fronteras. Esto no significa que una galaxia interfecta a otra galaxia. Cuando cruzamos las fronteras, encontramos el vacío interplanetario y galáctico. Este vacío está lejos de estar vacío: está lleno de materia invisible y energía. Él introduce una clara discontinuidad entre los territorios de las galaxias, los sistemas solares y las estrellas y planetas. Sin el vacío interplanetario y galáctico no existe Universo (2006a, p. 21).*

Este vacío, que puede propiciar la interacción entre las disciplinas, permite la creación de pasarelas entre estas, que articulen distintas discontinuidades. La visión transdisciplinaria tiene como fin una nueva filosofía que privilegie el diálogo entre todos los campos de conocimiento. Reconoce la necesidad de una transformación del sujeto en el entendimiento de la realidad, que está llena de fenómenos complejos. Así como una actitud transdisciplinaria que acepte lo inesperado, lo desconocido, lo imprevisible, que en algún momento dejara de serlo, pero dará puerta a nuevas incertidumbres (Saavedra, 2009).

Los tres pilares o axiomas que sustentan la metodología transdisciplinaria son, los niveles de realidad, el tercero incluido y la complejidad. Nicolescu los describe de la siguiente manera:

El axioma ontológico: Existen en la naturaleza y en nuestro conocimiento de la naturaleza, diferentes niveles de realidad y, correspondientemente, diferentes niveles de percepción.

El axioma lógico: El paso de un nivel de realidad a otro es asegurado por la lógica del tercero incluido.

El axioma de la complejidad: La estructura de la totalidad de niveles de realidad o percepción, es una estructura compleja: cada nivel es lo que es porque todos los niveles existen al mismo tiempo (2006a, p. 22-23).

La lógica del tercero incluido, sostiene la existencia de un término T, que simultáneamente es A y no-A. Al reconocer la existencia un tercer término no contradictorio T (que es a la vez A y no-A), se presenta una imposibilidad dentro de un mismo nivel de realidad, donde la lógica clásica determina, A y no-A, como antagónicos. Solo en un universo en donde coexistan distintos niveles de realidad, es posible la noción de un tercero incluido, perteneciente a un nivel diferente que los términos iniciales

El tercero incluido es un proceso de transformación, no es solo una herramienta lógica para entender los objetos, se convierte en una realidad en movimiento que modifica al sujeto, por lo que es importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es el que permite la complementariedad de la complejidad

y simplicidad, permite rebasar los límites de la lógica clásica y llegar al nuevo descubrimiento.

Un concepto que es necesario abordar, es la formación, un término polisémico que cobra relevancia en las investigaciones referentes a la formación de formadores. Hegel (1984) y Gadamer (2012) afirman que la formación es un proceso de apropiación de la cultura por parte de los individuos, superando la naturaleza propia, de lo particular a lo general, de lo personal a lo social, considerado un deber del sujeto consigo mismo en su proceso de transformación. Honoré (1980) sostiene que la formación implica un conocimiento progresivo de la realidad, al enfrentarse a nuevas situaciones, dentro de contextos colectivos, por medio de la inter experiencia y procesos reflexivos individuales, con los que es posible la transformación del sujeto y por lo tanto la transformación de su entorno cultural. Ferry (1990) la concibe como un proceso de transformación personal, a partir de un trabajo sobre sí mismo, procurándose los medios para lograrlo, guiado por las metas deseadas o perseguidas.

Para los fines de esta investigación, la formación transdisciplinaria se concibe como la transformación de sujetos en el presente, por medio de la interacción de niveles de percepción (de los sujetos) y niveles realidad (de los objetos), en zonas de no resistencia (tercero escondido), considerando al individuo como parte de un suprasistema social autoorganizado, en donde la dialéctica cobra sentido dentro de ambientes transdisciplinarios y colaborativos, que tienen como fin transformar la realidad.

### Formador socio constructivo y la estrategia transdisciplinaria

A partir de esta visión epistemológica, metodológica y ontológica, y después de una problematización empírica y teórica, donde se revisaron una gran cantidad de experiencias innovadoras (STEAM, *Design thinking*, sistema modular, universidad ARKOS...), metodologías (transdisciplinarias, colaborativas, suaves, aula invertida, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos...), modelos (Conocimiento pedagógico del contenido PCK, *Technological Pedagogical Content Knowledge* TPACK...) y teorías (constructivistas, socioculturales, socioepistemológicas, fenomenológicas, filosóficas...), se propone la construcción de un formador socioconstructivo, que sea innovador, colaborativo y con actitud transdisciplinaria (Figura 1). Que entienda la construcción del conocimiento no solo en relación con los objetos (concretos o abstractos) o contenidos disciplinares, sino a partir de la infinita variedad de relaciones existentes dentro de una realidad compleja y en constante movimiento, donde interactúa intersubjetivamente con los otros.

Radford (2019) afirma que la actividad es aquello que actualiza el conocimiento (*Knowledge*) en el saber (*Knowing*), evoca la dimensión temporal de un todo continuo en movimiento, es decir, le da vida al conocimiento, el saber solo aparece a través de la actividad, metafóricamente el conocimiento es la foto y el saber es el video, es el conocimiento en movimiento. Por lo tanto, el formador socioconstructivo es un sujeto activo, que a partir de la acción y la interacción de sus distintos rasgos, construye conocimiento y transforma su práctica día a día.

Los rasgos colaborativo, innovador y transdisciplinario se entrelazan y hacen evidente la existencia de inter dominios: creativo, tecnológico, articulador, crítico y auto-reflexivo, que representan habilidades indispensables en la actualidad. La pregunta central es ¿Cómo se pueden desarrollar estos rasgos en los futuros docentes? Para dar respuesta a esa interrogante se propone la construcción de una estrategia transdisciplinaria. Ésta debe ser dinámica y evolucionar con el movimiento de la realidad, estar fundamentada desde distintos constructos teóricos



Fig. 1. Formador socioconstructivo (elaboración propia)

y observables empíricos. Que reconozca la complejidad de las sociedades, las articulaciones que existen entre los distintos niveles y las pasarelas entre áreas de conocimiento, que permita la reconstrucción, intervención y transformación del presente.

Los componentes de la estrategia transdisciplinaria son: medios, contenidos, competencias, ambientes de aprendizaje, metodología ACT y evaluación. Una parte vital de la actividad de un profesor o de un programa de formación, es crear un entorno para el aprendizaje. Los medios (*milieu*) son los objetos físicos que utilizan los estudiantes al trabajar de manera práctica, en adición a los textos, las normas para la argumentación y el habla (Laborde, 2015), en otras palabras, el medio es el entorno de conocimiento de los estudiantes. Brousseau (2002) afirma que los alumnos interactúan con el medio y que el profesor lo hace con el *student-milieu*, que a pesar de ser acciones individuales, contribuyen a crear situaciones didácticas completas. En la estrategia los medios utilizados son medios tecnológicos, físicos y sociales.

Por su parte, los contenidos son considerados de manera tradicional como aquello que debe aprenderse en las distintas asignaturas: nombres, conceptos, principios, enunciados y teoremas, que regularmente responden a la pregunta ¿qué enseñar? (Sánchez, 2013). En la literatura encontramos definiciones más complejas, Coll y Valls los designan como “el conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos y alumnas se considera esencial para su desarrollo y socialización” (1994, p.13). Bajo este principio:

*qualquier elemento de la cultura de un grupo social que éste considere que debe ser asimilado por sus miembros, es susceptible de convertirse en contenido de la enseñanza. Los contenidos pueden, en consecuencia, ser hechos, conceptos, principios, procedimientos, valores, normas y actitudes (Coll et al., 1987, p. 8).*

La estrategia comparte esta visión, en la que los contenidos no son solamente conceptuales, pueden ser procedimentales y actitudinales, y que, además de surgir de las disciplinas, pueden partir de la realidad misma, de un momento histórico específico y convertirse en transdisciplinarios. Asimismo, son el eje por medio del cual se organizan las interacciones entre profesor y alumnos o entre los mismos alumnos.

Otro de los componentes son las competencias, desde el enfoque transdisciplinar se definen como aquellas que articulan los conocimientos, las habilidades y las destrezas, actitudes y valores, de diferentes niveles de realidad, transgrediendo la linealidad disciplinaria para resolver demandas y problemas de la vida personal, profesional y laboral. En la estrategia transdisciplinaria, se articulan competencias genéricas, profesionales y disciplinares, desarrollando un enfoque abierto y dinámico, que promuevan los rasgos del formador socioconstructivo.

Para la estrategia, se consideran ambientes de aprendizaje híbridos, denominados así porque se desarrollan actividades presenciales y virtuales a través de las tecnologías, que dan un sentido de extensión y continuidad a los procesos educativos. Un ambiente de aprendizaje se define como:

*un espacio activo en el cual se mezclan los seres humanos, las acciones pedagógicas de quienes intervienen en la educación y un conjunto de saberes que son mediadores en la interacción de factores biológicos, físicos y psicosociales en un espacio que puede ser físico o virtual. (Bravo et al., 2018, p.4)*

Los ambientes híbridos de aprendizaje permiten una vinculación nunca antes vista dentro y fuera de las instituciones, superando las limitaciones espaciales, temporales y económicos, abriendo un abanico de posibilidades para trabajar de manera

colaborativa y transdisciplinaria desde esta nueva perspectiva de interconectividad virtual obligada después de la pandemia.

La evaluación en la estrategia se entiende como un proceso formativo que retroalimenta en dos sentidos, en primer lugar, a los estudiantes (o sujetos que participen en el desarrollo de la propuesta), y en segundo a la estrategia misma, para reconstruirse con cada experiencia de aplicación y evolucionar por medio de bucles retroactivos.

**Metodología ACT**

Uno de los principales aportes de la estrategia es el diseño una nueva metodología denominada ACT. La metodología de aprendizaje colaborativo transdisciplinario se define como la articulación de etapas de trabajo individual y colaborativo, que permitan unificar el conocimiento por medio de pasarelas entre saberes populares, representaciones espontaneas (personales o colectivas) y contenidos institucionales disciplinarios, con una apertura hacia la totalidad, reconociendo potencialidades que hay más allá de los límites de las asignaturas. Aceptando dualidades entre niveles de realidad gracias al tercero incluido, posibilitando la construcción del nuevo conocimiento.

Hay cuatro elementos a considerar en la construcción de la metodología ACT. El primero es el aprendizaje colaborativo, que es fundamental para comprender las interacciones sociales en la

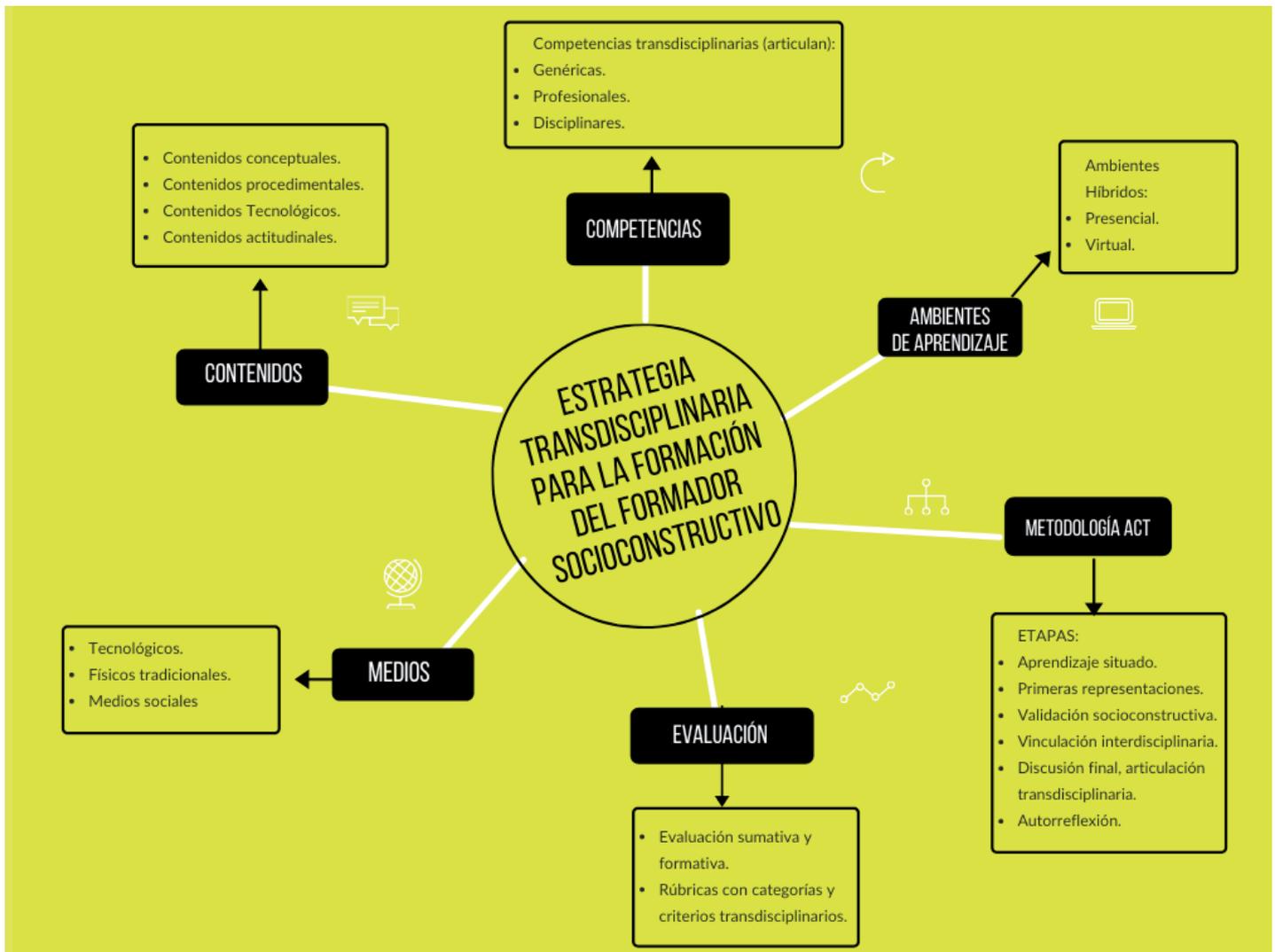


Fig. 2. Estrategia transdisciplinaria (elaboración propia)

construcción del conocimiento, además que permite, desde otra perspectiva, la vinculación interinstitucional para la generación de proyectos.

El segundo elemento es el principio de isomorfismo (Godino y Batanero, 2009), no se puede plantear docentes transdisciplinarios, si los procesos formativos no se desarrollan bajo esta misma perspectiva. El principio de isomorfismo describe cómo se replican los procesos y experiencias vividas por los profesores en su formación, más que los fundamentos teóricos al momento de desempeñar la labor docente en las aulas. Si se quiere construir una actitud transdisciplinaria, es necesario que las metodologías sean transdisciplinarias, de lo contrario será un esfuerzo sin sentido.

La estrategia construida propone una reconceptualización del aula, retomando una visión usada por la socio epistemología (Cantoral, 2016), el aula extendida plantea el reconocimiento de los saberes populares y la descentración del objeto matemático, por la construcción del conocimiento en la práctica de los sujetos, fuera de los espacios y procesos tradicionales en la enseñanza. Se plantea el aprendizaje sin partir del concepto mismo, sino de la realidad y la acción de los estudiantes sobre esta.

El último elemento para considerar en el diseño de la metodología ACT es la función del profesor. En la estrategia se concibe al formador como un guía en los procesos de aprendizaje, que organiza y promueve el trabajo individual y colaborativo por medio de actividades contextualizadas, colocando al estudiante al centro, es decir, una didáctica enfocada en el sujeto y en sus interacciones. Las etapas previstas para la metodología ACT pueden observarse en la figura 3.



Fig. 3. Metodología ACT (elaboración propia)

Etapa 1. Contextualización a partir del aprendizaje situado. Partiendo de la acción del sujeto y no del objeto o concepto, se plantean problemas a desarrollar obtenidos de la realidad (contextos locales), que permitan abrir el enfoque a perspectivas inter, multi y transdisciplinares.

Etapa 2. Construcción de primeras representaciones. El trabajo individual sobre el problema es fundamental para conocer la línea de pensamiento de los estudiantes, permite la construcción de representaciones espontáneas (representaciones distintas a las semióticas o institucionales, que son construidas por los sujetos para resolver problemas y que pueden ser funcionales) no restringidas a marcos conceptuales, que intenten dar solución al problema inicial, considera-

das previas a la comprensión y uso de las representaciones institucionales (encontradas en la literatura y libros de texto). Al trabajar sobre problemas surgidos de la realidad y no de la disciplina misma, se generan de manera natural, pasarelas entre las áreas de conocimiento.

Etapa 3. Validación socio constructiva. Esta etapa se cambia el trabajo individual por el colaborativo, permitiendo la validación de las representaciones espontáneas, la reflexión y la reconstrucción a partir del diálogo y las interacciones sociales dentro del equipo (que se propone de tres integrantes). Se plantea una socialización grupal donde se discutan las diferentes soluciones encontradas por los equipos al resolver el problema inicial, argumentando sus respuestas, buscando procesos de validación entre pares, que promuevan la construcción social del nuevo conocimiento.

Etapa 4. Vinculación interdisciplinaria. Se promueve la apertura del problema a otras áreas de conocimiento, para indagar sobre aquello que no ha sido resuelto en la validación socio constructiva, se puede consultar artículos, libros, revistas o si es posible, establecer vinculaciones con especialistas para tener una perspectiva integral y sistémica del problema.

Etapa 5. Discusión final, articulación transdisciplinaria. La articulación de diferentes niveles de conciencia, con diferentes niveles de realidad del objeto (problema inicial), promueve la reconstrucción innovadora de las distintas representaciones espontáneas, así como desequilibrios y equilibrios cognitivos en los sujetos. Por medio de esta nueva socialización grupal, se busca la articulación de saberes que integre una visión unificadora y transdisciplinaria del conocimiento.

Etapa 6. Autorreflexión. Regresar al problema inicial de manera individual para promover un proceso de reconstrucción y articulación del conocimiento. Esta etapa no se centra en una actividad repetitiva, fomenta la autorreflexión del estudiante a partir de la experiencia vivida.

## Reflexiones finales

La formación de profesores es un proceso complejo con infinitas interacciones e influencias dentro del entretendido social. La construcción de un formador socio constructivo mediante una estrategia transdisciplinaria, responde a la necesidad de transformar el presente, de formar profesores consientes que innoven su práctica y resuelvan problemas de la realidad a partir de la interacción de conocimientos de múltiples disciplinas, estableciendo puentes o pasarelas entre estas.

La propuesta de la metodología ACT hace evidente la necesidad de nuevas perspectivas educativas relacionadas con proyectos inter, multi y transdisciplinares, que en lugar de segmentar unifiquen el conocimiento por medio de enfoques sistémicos. El siguiente paso en la investigación es la aplicación de la estrategia transdisciplinaria a través de esta nueva metodología activa, sumando esfuerzos a proyectos realizados en diferentes partes del mundo (como las carreras STEAM en universidades de Australia) que intentan cambiar la perspectiva disciplinar que ha acompañado a la educación desde hace más de tres siglos.

La formación de un formador socio constructivo por medio de la estrategia transdisciplinaria y la metodología ACT es la suma de diferentes teorías y experiencias innovadoras subordinadas a reflexiones epistemológicas, no surge ni se limita por un marco teórico específico, sino a las necesidades de la realidad misma.

## Referencias

- Bravo, F., León, O., Romero, J., Alfonso, G., & López, H. (2018). *Ambientes de Aprendizaje Accesibles y con Afectividad-AAAA*.
- Brower, J. (2009). Claves epistemológicas para abordar la investigación en el ámbito de la comunicación social. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 8(24), 273–292. <https://doi.org/10.4067/s0718-65682009000300013>
- Cantor, R. (2016). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre la construcción social del conocimiento* (Segunda). Gedisa.
- Coll, C., Solé, I., & Gallart, I. (1987). La importancia de los contenidos en la enseñanza. *Investigación en la Escuela*, 1–13. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=116684&orden=1&info=link>
- Coll, C., & Valls, E. (1994). El aprendizaje y la enseñanza de procedimientos. En C. Coll, J. I. Pozo, S. Bernabé, & E. Valls (Eds.), *Los contenidos en la reforma*. Santillana.
- Ferry, G. (1990). *El trayecto de la formación: los enseñantes entre la teoría y la práctica*. UNAM-Paidós.
- Feyerabend, P. (1986). *Tratado contra el método*. Tecnos.
- Gadamer, H.-G. (2012). *Verdad y método*. Sígueme.
- Godino, & Batanero, C. (2009). Formación de profesores de matemáticas basada en la reflexión guiada sobre la práctica. VI CIBEM.
- Hegel, G. W. F. (1984). *Propedéutica filosófica*. UNAM.
- Honoré, B. (1980). *Para una teoría de la formación: Dinámica de la formatividad*. Narcea.
- Korzybski, A. (1994). *Science and Sanity: An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*. (5th Edición). Institute of General Semantics. <https://doi.org/10.2307/2085182>
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas* (A. traductor Cotin (ed.)). Fondo de Cultura Económica. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Laborde, C. (2015). Didactical Situation. En R. Gunston (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 321–325). Springer.
- Loreto, B., & González, S. (2016). ¿Pueden la transdisciplina y complejidad ser un conocimiento mayor emergente en la universidad? *Educere*, 20(66), 259–270.
- Maturana, H., & Varela, F. (1998). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo* (Quinta ed.). Universitaria.
- Max-Neef, M. (2004). Fundamentos de la transdisciplinariedad. *Universidad Austral de Chile*. <https://doi.org/10.4067/S0049-34492005000100006>
- Mejía, J. (2008). Epistemología de la investigación social en América latina: desarrollos en el siglo XXI. *Cinta moebio*, 31, 1–13. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2008000100001>
- Morin, E. (1993). *El método 1. La naturaleza de la naturaleza*. Cátedra.
- Morin, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo* (8 ed.). Gedisa.
- Morin, E. (2009). En torno a la complejidad. *Foro complutense*.
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinariedad. Manifiesto*. Du Rocher. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Nicolescu, B. (2006). Transdisciplinariedad: pasado presente y futuro. Primera parte. *Visión docente Con-ciencia*, 31, 15–31.
- Radford, L. (2019). On the Epistemology of the Theory of Objectification. *Proceedings of Cerme11. Utrecht, Netherlands.*, 3062–3069.
- Saavedra, M. S. (2009). *Complejidad y transdisciplina: utopía posible de la formación docente*. Ediciones Michoacanas.
- Sánchez Mercado, S. G. (2013). Los contenidos de aprendizaje. *Uaemex*, 20. [http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/los\\_contenidos\\_de\\_ap\\_-1\\_.pdf](http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/los_contenidos_de_ap_-1_.pdf)
- Smolin, L. (2016). *Las dudas de la física en el siglo XXI: ¿es la teoría de cuerdas un callejón sin salida?* CRÍTICA.
- Sotolongo, P., & Delgado, C. (2006). La epistemología hermenéutica de segundo orden. En *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo* (pp. 47–63). CLACSO.
- Theory of Didactical Situations in Mathematics. (2002). En *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Kluwer. <https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>
- Zemelman. (1992). *Los horizontes de la razón I. Dialéctica y apropiación del presente*. ANTHROPOS.