

María Soledad Ramírez-Montoya
Fabián Eduardo Basabe
Martina Carlos Arroyo
Irma Azeneth Patiño Zúñiga
May Portuguese-Castro

Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación

Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación

Agradecimiento y evaluación de pares

Los autores agradecen la valoración del contenido de este modelo a los expertos siguientes, cuya retroalimentación ayudó a los autores a mejorar la calidad de la obra:

Carolina Alcantar Nieblas	Juan Andrés Talamás Carvajal
Davis Velarde-Camaqui	Leonardo David Glasserman Morales
Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda	Margarita Montoya Camacho
Héctor G. Ceballos	Paloma Suárez Brito
Inés Alvarez-Icaza Longoria	Rasikh Tariq
Isolda Margarita Castillo Martínez	Silvia Catalina Farías Gaytán
José Carlos Vázquez Parra	Verónica Fernández Castro
José María Romero Rodríguez	Virginia Rodés

Reconocimiento

Los autores agradecen el apoyo financiero del Tecnológico de Monterrey a través del *Challenge-Based Research Funding Program 2022*, Project ID # I001-IFE001-C1-T1-E. También se agradece el diseño gráfico de Ariel Sánchez.

Comentarios del libro

De organización internacional

Oportunamente, este libro aborda de manera clara el valor del pensamiento complejo como una competencia clave en los modelos educacionales orientados a la innovación sostenible.

Katherina Kuschel
ONG MIA Mujeres Investigadoras Aliadas

De entidades gubernamentales

Trabajo en capacitación corporativa y me parece que el libro ofrece una propuesta útil y novedosa. Nos invita a considerar otros aspectos más allá de la tecnología y la metodología en la formación del pensamiento complejo de los colaboradores, con el fin de que adquieran las competencias necesarias para afrontar y solucionar los problemas de un mundo cada vez más complejo y dinámico.

Moisés Naranjo Castro
SUNAT (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria)-Perú

El libro es de gran valor para la comunidad educativa, una invitación para hacer de la educación un espacio de encuentro con la vida, con el mundo, con la sociedad y los diversos sectores que configuran la presencia del ser humano como agente de cambio en la aldea global.

Salvador Torres González
CECyTE (Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Jalisco)-México

De instituciones académicas

El libro plantea la necesidad de abordar el conocimiento de una forma holística y contextualizada, tratando de observar y analizar los matices que dan sentido a la realidad para intentar comprenderla y actuar sobre ella, sugiriendo nuevos horizontes y paradigmas para una investigación educativa más conectada con la transformación social.

Ana María García-Valcárcel Muñoz-Repiso
Facultad de Educación
Universidad de Salamanca-España

Leer el libro es enriquecedor, provoca en sí mismo un cambio de pensamiento, lo recomiendo ampliamente. La forma en la que está estructurada la información partiendo de las bases teóricas del pensamiento complejo y los componentes de este modelo innovador permite entender los elementos teóricos y prácticos que presenta la obra. Marca una ruta clara para fomentar el pensamiento complejo desde nuestro quehacer profesional.

Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda
Tecnológico Nacional de México / TES de Chalco-México

El libro me parece una aventura intelectual: el capítulo 1 explica qué es el razonamiento de complejidad (desde la teoría); el capítulo 2 explica cómo el equipo de investigación formula un modelo de pensamiento complejo; el capítulo 3 presenta el modelo (único en el mundo, actualmente no existe tal modelo en la literatura científica); el capítulo 4 presenta ejemplos de cómo se puede aplicar el modelo para capacitar a diferentes disciplinas para lograr los objetivos de desarrollo sostenible, y el capítulo 5 concluye con investigaciones sobre el tema del equipo de investigación.

Luisa Morales Maure

*Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología
Universidad de Panamá*

Este texto hace una contribución esencial al abordar la complejidad del mundo contemporáneo y la necesidad de formar profesionales con las competencias de pensamiento complejo y crítico para comprender e incidir de manera innovadora en la realidad. Por ello, tiene un gran valor para educadores y líderes educativos comprometidos con mejorar la pertinencia y la calidad de la educación superior.

Manuel Sotomayor Zambrano

Pontificia Universidad Católica de Perú

El libro incorpora elementos teóricos y filosóficos para la comprensión de la incertidumbre como elemento que conforma la realidad actual compleja y multidimensional. Estimula, a su vez, la incorporación de valores éticos en la formación profesional con sentido social y planetario.

M.^a de los Ángeles Cristina Villalobos Martínez

Universidad de Guadalajara-México

El libro es de vital relevancia en el campo educativo, ya que sustenta de manera teórica la importancia del pensamiento complejo en la actualidad. Muestra un análisis detallado de las buenas prácticas que se realizan en diferentes instituciones educativas y detalla componentes del modelo educativo abierto, así como las competencias relacionadas con el pensamiento complejo. Lo anterior, sin dejar de lado el impacto de las nuevas tecnologías, la inclusión y la sostenibilidad dentro de la educación.

Dan Isaí Serrato Salazar

Universidad Autónoma de Nuevo León-México

Los aportes de este libro son útiles para coadyuvar en el fortalecimiento del pensamiento crítico, científico, sistémico, innovador y emprendedor. Asimismo, deja la puerta abierta a futuras investigaciones que busquen implementar un nuevo modelo de educación que integre no solamente la dimensión tecnológica, sino también el fortalecimiento del pensamiento complejo de la nueva ciudadanía.

Orlando Valdez Vega

*Facultad de Filosofía y Letras
Universidad Autónoma de Nuevo León-México*

De redes y grupos de investigación

La obra será un referente fundamental para el trabajo académico de la educación superior contemporánea (docencia, investigación y extensión universitarias), ya que conceptualiza, ejemplifica y brinda herramientas metodológicas para mirar e intervenir el objeto pedagógico desde la complejidad, que, sin duda, es la perspectiva obligada para lograr una educación 4.0 y 5.0 en la Era Digital.

Marina Vicario Solórzano
Coordinadora de la Red LaTE México

El libro transmite una comprensión general del pensamiento complejo. Cuenta con un muy buen contenido didáctico, que permite al lector final, estudiantes universitarios o interesados en el tema entender sobre la complejidad.

Ricardo Fernando Rosales Cisneros
Líder del grupo Complejidad y Gestión en las Organizaciones
Universidad Autónoma de Baja California-México

De empresas educativa y bancaria

Me parece de alto valor para los distintos actores del ámbito educativo como son docentes, autoridades encargadas de diseñar políticas educativas o entidades dedicadas a la innovación, que podrán aprovechar aportes que este título hace al conocimiento para fortalecer el pensamiento complejo en los alumnos, desarrollar soluciones tecnológicas de punta, proponer estrategias acordes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) o establecer sistemas para la aplicación práctica de los recursos educativos abiertos con modelos tecnológicos para la acreditación.

Joel Torres Hernández
eScire, S.A.

El libro permite comprender el pensamiento complejo, sus principios y componentes. Es un faro que brinda visibilidad para analizar y entender el desarrollo del pensamiento complejo, en el entramado de realidades que la sociedad actual genera, con el apoyo de las nuevas tecnologías digitales y con el entorno que la rodea.

Rubén García Duana
Gerente de Finanzas, HSBC

María Soledad Ramírez-Montoya,
Fabián Eduardo Basabe,
Martina Carlos Arroyo,
Irma Azeneth Patiño Zúñiga
y May Portuguesez-Castro

Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación

Colección Universidad

Título: *Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación*

Primera edición: enero de 2024

© María Soledad Ramírez-Montoya, Fabián Eduardo Basabe, Martina Carlos Arroyo,
Irma Azeneth Patiño Zúñiga y May Portuguesez-Castro

© De esta edición:
Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
octaedro@octaedro.com
www.octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN (papel): 978-84-10054-13-4

ISBN (PDF): 978-84-10054-14-1

Diseño cubierta: Tomàs Capdevila

Corrección: Xavier Torras

Diseño y realización: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open Access*

Sumario

Prólogo.....	13
Capítulo 1. Conceptualizaciones de pensamiento complejo	17
Capítulo 2. Nuevos horizontes hacia un modelo educativo de pensamiento complejo.....	35
Capítulo 3. Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo	65
Capítulo 4. Escenarios prácticos para escalar el pensamiento complejo con los objetivos de desarrollo sostenible.....	101
Capítulo 5. Luces de investigación de pensamiento complejo para el futuro de la educación	115
Índice de figuras y tablas	137
Sobre las personas que han coordinado esta obra	139
Índice.....	141

Prólogo

¿Es posible definir el mundo de los albores del siglo **xxi** como *convulsionado*?

Extraña forma de iniciar un prólogo, con una pregunta de ese tenor, pero este presente nos exige observar, desde una perspectiva objetiva, los diversos contextos que conforman la realidad cotidiana. Esas nuevas miradas servirán como punto de partida para la construcción de espacios que sirvan para comenzar a compartir algunas ideas que nos permitan generar pensamientos más allá de los hechos, invitando a descifrar el presente y a diseñar estrategias que den respuestas a los problemas del mundo de hoy.

Quizás se pudiera considerar exagerada la afirmación, pero, ante un análisis «fotográfico» de nuestras realidades, concluiríamos que la «normalidad» de la vida colectiva sería ardua de precisar. Siempre recordamos a Hobsbawm (1998), que definía el **xx** como un siglo corto que había iniciado con la Gran Guerra de 1914 y se extendía hasta el fin de la era soviética, en 1991; y sobre la etapa final del siglo consideraba que había una especie de nebulosa que impedía distinguir las mareas que comenzaban a darle forma a una nueva sociedad.

Siguiendo la metáfora de Hobsbawm, pudiéramos considerar que en las dos primeras décadas del nuevo siglo (**xxi**) la nebulosa se ha disipado y observamos la cristalización de una sociedad con características diferentes a la modernidad heredada de la Ilustración. Para Lipovetsky (2002), se trata de una mutación sociológica global que está en curso, una creación histórica, combinación sinérgica de organizaciones y de significaciones, de acciones y valores, que no cesa de ampliar sus efectos.

El impacto de las tecnologías digitales vehiculizadas a través del modelo capitalista liberal ha ido conformando inéditas formas de relaciones que dieron lugar a la aparición de nuevas instituciones, que han comportado características novedosas en la manera de pensar y de «hacer las cosas». A la luz de este marco de organización, las necesidades y respuestas que demanda esta sociedad requiere formas de pensar que sean creativas e innovadoras en la búsqueda de soluciones que, esta vez, deben superar las realidades locales y alcanzar una perspectiva macro en la que se tenga en

cuenta a la sociedad en su conjunto y también su relación con la naturaleza en sus diversas formas.

La pandemia de la covid-19, además de poner en alerta al mundo, nos mostró la ilimitada interconexión entre personas, instituciones, organizaciones, así como la importancia de retomar en conjunto y de manera colaborativa las alternativas que nos ayuden en el diseño de nuevas propuestas para hacer frente al futuro, que, más allá de tener en cuenta las relaciones entre las personas, dirija su atención al cuidado del espacio y de los recursos vitales que aún nos ofrece la naturaleza.

En este contexto, cobra vital importancia el rol que las instituciones educativas han de llevar a cabo como eje de esa transformación. Y, cuando hablamos de «escuelas», no lo hacemos pensando en la institución hija de la industrialización del siglo XVIII, sino de un espacio como eje vertebrador interinstitucional que supere los límites de la infraestructura material del aula y se consolide como instancia de construcción de pensamiento y acciones que activen relaciones con diversos sectores de la sociedad. Es decir, nuevas formas de pensar que empiecen con el autoanálisis y permitan visualizar el mundo desde nuevas y diversas perspectivas, y con la proactividad que la transforme en el eje dinamizador vinculante con diferentes sectores de la sociedad.

¿Cómo empezar a pensar en este presente haciendo uso de perspectivas de futuro?

La Unesco (2021) nos proporciona algunas pistas al invitarnos a reimaginar juntos nuestro futuro, desde un nuevo contrato social para la educación. Creemos conveniente hacer hincapié en la idea de «imaginar» para comenzar a construir caminos y puentes en pos de soluciones que nos dirijan a la búsqueda de una sociedad más justa. En la definición de la Real Academia Española (2022), la acepción de *imaginar* tiene su origen etimológico en el latín *imagināri*, algo así como formar en la mente la representación de sucesos, historias o imágenes de cosas que no existen en la realidad, o que son o fueron reales, pero no están presentes.

Estas ideas de imaginar nos acercan a la necesidad de ser creativos en el momento de empezar a diagramar respuestas, pero, para ello, hemos de partir de la libertad de generar nuevas formas de observar la realidad que nos ayuden a identificar, sin prejuicios, estrategias para la reorganización de la sociedad. El prisma del pensamiento que nos propone Edgar Morin es otra de las miradas que nos permitiría delinear las formas de pensar para comenzar a dilucidar los vericuetos y los entramados que están modelando nuestro presente.

La situación, más que pensarla como problema, tiene que ser analizada como un *continuum* en el cual las personas protagonistas de la educación estén atentas a las variables y las necesidades que lo conforman, a fin de diseñar modelos que den respuesta a las preguntas reales de la sociedad. Las respuestas a través de los diversos modelos educativos a lo largo de la historia estuvieron ajustados a las necesidades del tiempo y el espacio en cada uno de los contextos en los que se llevaban a cabo. Las transformaciones políticas y económicas de fines del siglo xx han repercutido en los mapas sociales del siglo xxi.

La evolución en los transportes y las formas de comunicación, sustentadas en instancias digitales, ha dibujado una sociedad con necesidades específicas que trae nuevos retos para las instituciones educativas en la búsqueda de modelos que brinden herramientas suficientes a las generaciones presentes y futuras. El punto de partida es comenzar a establecer análisis donde sea posible, desde el autoanálisis, interconectar las diversas dimensiones de lo social, darle juego a la intuición, aprender a disfrutar de la incertidumbre y abrir espacios para la creatividad como génesis del cambio.

En la búsqueda de comprender la génesis de las interconexiones, surgen estas ideas plasmadas en un libro organizado en cinco capítulos. El capítulo 1 sustenta conceptualmente el pensamiento complejo, cercano al marco teórico de las ideas de Morin; el segundo presenta la construcción metodológica de un grupo de investigación que trabajó en la formulación de un modelo educativo abierto, con la intención de escalar el pensamiento complejo para todos; el capítulo 3 describe el modelo generado, como una aportación original para el ámbito de la innovación educativa, con sus componentes filosófico, teórico, político y de proceso educativo, pretendiendo aportar a la agenda 2030 de la Unesco; el cuarto capítulo lleva a la práctica dicho modelo, con escenarios formativos aplicables en diferentes áreas disciplinares y vinculados con los objetivos de desarrollo sostenible; finalmente, el capítulo 5 concluye con investigaciones de innovación educativa que ha llevado a cabo el grupo de investigación en torno al tema del desarrollo de pensamiento complejo.

Con la mirada puesta en el futuro, que es hoy, este libro se adhiere a la asunción de la necesidad de postular nuevas adaptaciones educativas, de atender a las innovaciones que se van produciendo en nuestros contextos y de comenzar a pensar en este mundo complejo, así como de desarrollar nuevos caminos, puentes, procesos, modelos y alternativas que cooperen para edificar una sociedad más plural. No hay duda de que el cambio es inherente a nuestra cotidianidad con nuevas alternativas y perspectivas donde

las personas que formamos parte de las instituciones educativas promovamos una visión del modelo educativo que sea provocador y contenga las semillas del cambio.

Referencias

- Hobsbawn, E. J. (1998). *Historia del siglo xx*. Crítica.
- Lipovetsky, G. (2002). *La era del vacío. Ensayos sobre el individualismo posmoderno*. Anagrama.
- Real Academia Española (2022). Definición de imaginar. <https://dle.rae.es/imaginar>
- Unesco (2021). *Los Futuros de la Educación. Aprender a convertirse*. Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375746>

Capítulo 1. Conceptualizaciones de pensamiento complejo

Introducción



El pensamiento complejo es una metacompetencia con un alto potencial para contribuir a la educación del futuro, donde los estudiantes involucren procesos críticos, creativos o de razonamiento divergente (Tecnológico de Monterrey, 2019). Incentivar competencias de altas capacidades, como el pensamiento complejo, es un requerimiento para formar ciudadanos socialmente responsables (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022).



Como introducción a este texto, el punto de partida pudiera comenzar por definir la palabra *complejo* y, para ello, si nos remitimos al *Diccionario de la Real Academia Española* (RAE, 2022), en su primera acepción aparece como: «adj: que se compone de elementos diversos». Como primer análisis pudiera no ser tan «compleja» la obtención de un pensamiento de esas características, ya que es bien sabido que las cosas, las personas, las relaciones y un largo etcétera están compuestos de elementos diversos. Si nos atenemos a la etimología, *complexe* surge en el siglo XIV en la lengua francesa a partir del latín *complexus*, palabra utilizada con los significados de 'enrollar los cabellos', 'entrelazar', 'tejer', 'enlazar'. Es decir, cuando analicemos lo complejo, no solo habrá que remitirse a los elementos diversos de un todo, sino que también deberemos tener en cuenta lo que está entrelazado, es decir, las diversas conexiones que existen entre sus partes. Sería como, además de observar «una realidad», tratar de buscar con qué otras realidades está interconectada.

Desde esa perspectiva y teniendo en cuenta las aceleradas transformaciones en las que la sociedad del siglo **xxi** ha estado inmersa e impactada por las nuevas formas de interacción sustentada con los medios digitales se ha conformado una reorganización de tiempos, espacios e instituciones que han dado un nuevo diagrama al mundo. Para analizar esta realidad se hace necesario reorientar la forma en la que observamos e interactuamos en este nuevo mapa social que se construye y continúa en una dinámica constante de cambio. Consideramos que la clave para lograr asimilar la necesidad de concebir otras formas de pensar para comprender la realidad está en las instituciones educativas. La educación sigue siendo el camino que posibilite descubrir las llaves para acceder a las diferentes puertas que nos aproximen a una comprensión un poco más ajustada de la realidad para, de esta manera, disponer de una mayor cantidad de elementos que ayuden a diseñar, de manera conjunta, las soluciones más precisas a las complejas problemáticas de nuestro presente.

El horizonte del futuro de una educación de calidad nos alienta a la necesaria formación de razonamientos que nos posibiliten una aproximación más cercana a la complejidad, como prioridad para una sociedad en busca de nuevas soluciones, entonces, el reto será formar ciudadanos con pensamiento crítico, científico, sistémico, innovador, emprendedor, y que además sean empáticos, cooperativos y comprometido con el desarrollo sostenible.

Cuando intentamos comenzar los análisis para comprender a la sociedad de los inicios del siglo **xxi**, debemos recurrir a Edgar Morin, historiador, sociólogo y filósofo francés nacido en París en 1921, ya que es uno de los máximos referentes en la actualidad para hablar de Pensamiento complejo. Aunque en su literatura se observa una evolución en la conceptualización, que él reconoce, en general, su definición se sustenta en observar a la realidad como un sistema en el que sus partes están relacionadas entre sí, aunque puedan ser/parecer muy diferentes. Este entramado de realidades yuxtapuestas que conforman la realidad de la vida cotidiana hace que se defina a la sociedad como *compleja* y para ser capaces de aprenderla sea necesario establecer una nueva forma de pensamiento y de perspectiva que ayude a su comprensión.

Aunque nuestra mirada esté puesta sobre una realidad específica deberemos tener presente que esa realidad observada estará relacionada con otras realidades que deberemos tener en cuenta para establecer un análisis más acabado. La interrelación entrama-

da es lo que marca la complejidad. El pensamiento complejo surge de la fusión del pensamiento crítico y creativo, (Morin, 1990) y se basa tanto en la racionalidad como en la creatividad. Promueve la búsqueda de soluciones, requiere tolerancia a la incertidumbre, autocrítica y coordinación para la resolución de problemas, con autorregulación del proceso de pensamiento (metacognición) (Lipman, 1997). Pensamiento crítico, creativo y autorregulación pueden ayudar a perseguir nuevas soluciones.

En este capítulo se abordarán las conceptualizaciones del pensamiento complejo, desde la capacidad de poder analizar las interconexiones de las diversas dimensiones de la realidad que se podrían comparar con una tela, compuesta por múltiples tejidos (figura 1.1).

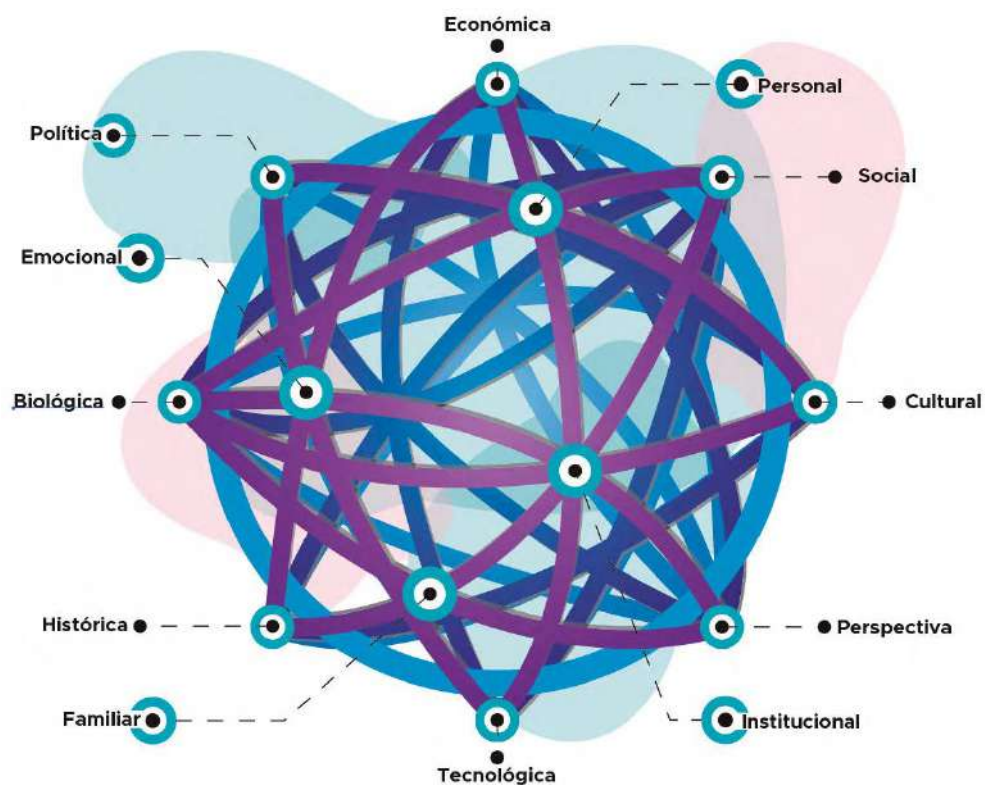


Figura 1.1. Interconexiones de dimensiones en el pensamiento complejo.

1.1. ¿Qué es el pensamiento complejo?



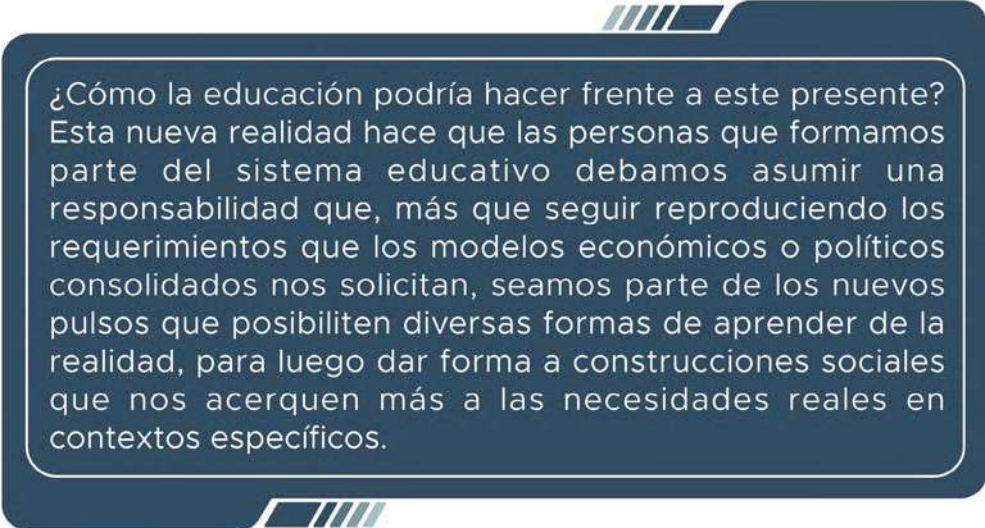
El pensamiento complejo es la capacidad que permite al sujeto observar la realidad interconectada con todas las realidades que forman parte de un fenómeno y ser, a su vez, observador, actor y constructor de esa realidad. Pensar en el marco de la complejidad implica desarrollar habilidades que posibiliten comprender cómo se entrecruzan diversos elementos que construyen la realidad percibida.



En el apartado anterior defendíamos la propuesta de que serían las instituciones educativas las encargadas de comenzar a difundir el pensamiento complejo, como la nueva forma de analizar a la realidad, entendiéndola como un conglomerado de realidades entrelazadas. Si analizamos el sistema educativo, hemos de recordar que sus características se han ido ajustando a las necesidades que las personas y organizaciones tenían en espacios históricos específicos. Hasta tal punto es así que el modelo educativo de la actualidad nació como una concepción educativa para dar respuestas a las exigencias de los requerimientos de las sociedades industriales de los siglos XIX y XX. La sociedad del siglo XXI se ha transformado en un escenario de disímiles características, de aquella sociedad otrora representativa e impregnada de un modelo de organización industrial a una donde las nuevas tecnologías digitales han permeado y empujado a diseñar y a construir un nuevo mapa de relaciones e instituciones con particularidades propias.

Realidades que se han complejizado por las propias dinámicas sustentadas a la luz de las nuevas tecnologías digitales, dando lugar a la conformación de una sociedad de nuevas características que ha dejado de lado, o mutado, a muchas de las instituciones de la modernidad. Ejemplos de ello son la concepción del Estado nación (Estados supranacionales), la desaparición y aparición de nuevos empleos, las características de las empresas (Uber, Amazon), la nueva forma de los modelos económicos, el significativo

cambio en la normatividad social (familias, roles, funciones) o la atomización de las narrativas socioculturales que han alterado a una sociedad recreando escenarios distintivos. A esta realidad hay que sumar el reto que se presenta en la relación entre la humanidad y la naturaleza como parte de nuestra propia supervivencia. Y, en este caso, deberemos sumar a la ecuación de la supervivencia a la ecología que pareciera pasar desapercibida cuando es una de las partes más importantes de nuestro presente y que se halla amenazada por la acción de las personas.



¿Cómo la educación podría hacer frente a este presente? Esta nueva realidad hace que las personas que formamos parte del sistema educativo debemos asumir una responsabilidad que, más que seguir reproduciendo los requerimientos que los modelos económicos o políticos consolidados nos solicitan, seamos parte de los nuevos pulsos que posibiliten diversas formas de aprender de la realidad, para luego dar forma a construcciones sociales que nos acerquen más a las necesidades reales en contextos específicos.

De ahí la importancia de elaborar alternativas pedagógicas innovadoras que respondan a las necesidades de las personas y de la sociedad, y que, entre sus resultados, busquen el incremento de la aproximación entre las personas para crear escenarios que vinculen relaciones alternativas donde la solidaridad, el compromiso ciudadano y la responsabilidad con el ambiente nos convierta en un mundo un poco más equitativo, justo y humano en un contexto dominado por las tecnologías digitales. Se requieren diferentes vías (figura 1.1.1). ¿Cuál debe ser este modelo para las instituciones educativas del nuevo siglo? ¿Cómo ponerlo en práctica en los procesos de enseñanza educativa y aprendizaje? ¿Qué cambios deben ser implementados en las escuelas?

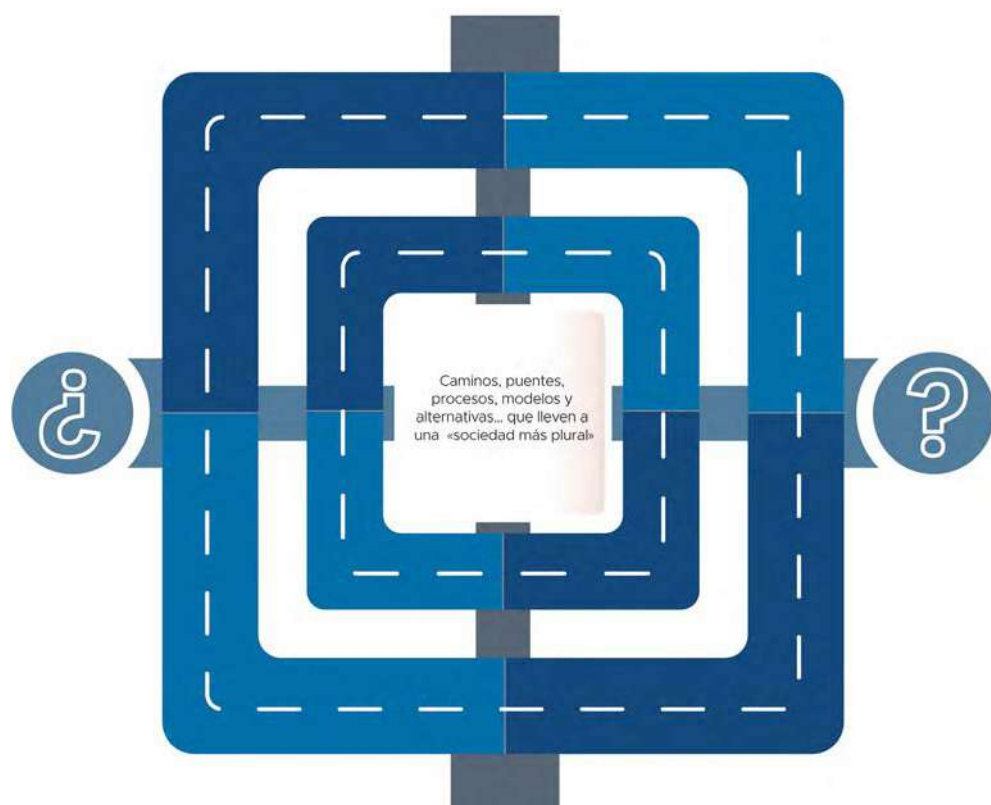


Figura 1.1.1. Diferentes vías en la complejidad.

Con la mirada en el futuro, que es hoy, será necesario postular nuevas adaptaciones educativas, atender a las innovaciones que se van produciendo en nuestros contextos y comenzar a pensar en este mundo complejo; en desarrollar nuevos caminos, puentes, procesos, modelos y alternativas que cooperen para edificar una sociedad más plural. No hay dudas que el cambio es parte de nuestra cotidianidad y que se nos presentan nuevas alternativas y perspectivas para que las personas que formamos parte de las instituciones educativas, debamos considerar para encuadrar una visión del modelo educativo que sea provocador y contenga las semillas del cambio.

Esta sociedad compleja hace que la búsqueda de nuevos horizontes, teóricos y prácticos, sean una constante que den cuenta de las nuevas realidades y perspectivas que nos ayuden a observar, analizar y comprender de una manera más efectiva los fenómenos sociales y reflexionar hacia un cambio que se sustenta en formas complejas de pensamiento y se transforman en opciones para diseñar y construir respuestas para la complejidad (figura 1.1.2).

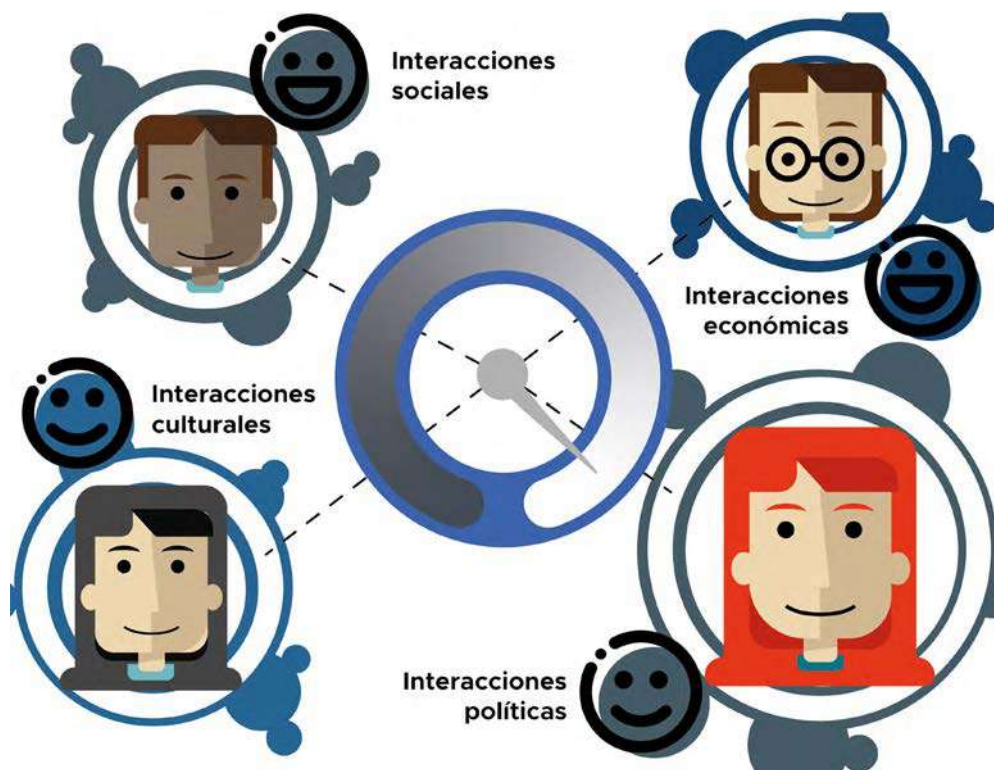


Figura 1.1.2. Interacciones en el marco de la complejidad.

La consideración de sociedad compleja hace que la búsqueda teórica se dirija hacia espacios donde se analice a la sociedad como un escenario intrincado, con interacciones políticas, sociales, económicas y culturales son estudiadas teniendo en cuenta sus múltiples relaciones. Por ello, el pensamiento complejo es el sustento teórico donde nos apoyaremos en la construcción de este modelo partiendo de un autoanálisis y sus consecuentes interacciones con personas e instituciones.

1.2. Teorías subyacentes en el pensamiento complejo

El fundamento del pensamiento complejo estará en la capacidad de observar las interconexiones de las distintas dimensiones de la realidad, es decir, la aptitud de establecer relaciones o implantar un diálogo entre dos o más aspectos diversos de la realidad, dándole el sentido de complejidad en estos contextos.

¿Cuáles son las teorías que subyacen al pensamiento complejo? Morin (1994), considerado como el «padre» de esta conceptualización como categoría de análisis, menciona que la palabra *complejidad* no venía a su mente, hizo falta que lo hiciera, a fines de los años sesenta, vehiculizada y caracterizada por tres teorías (figura 1.2.1).

La unión de estas tres teorías permitió a Morin ayudarlo a comenzar a definir la categoría «pensamiento complejo». Por un lado, aceptar a la incertidumbre como parte de nuestra realidad, es decir, un futuro como algo inacabado, por construirse y con diversas posibilidades en el devenir; la importancia de analizar las diversas formas de comunicación entre personas y máquinas y que las sociedades deben observarse desde una perspectiva de total relación, donde los sujetos forman parte y, a su vez, son generadores de la realidad en la que interactúan. Esta misma interacción de teorías permitió a Morin interpretar que en la misma organización estaba implícito el orden y el desorden, entendiendo a lo antagónico como parte complementaria de la misma realidad. Se liberó entonces de su sentido banal (complicación, confusión), para reunir en sí orden, desorden y organización y, en el seno de la organización, lo uno y lo diverso; esas nociones han trabajado de manera a la vez complementaria y antagonista en total interacción (Morin, 1994).

En este marco, cuando analicemos «la realidad» aunque parezca tener una sola cara, deberemos ser capaces de visualizar qué factores o variables han estado y están en constante relación para dar forma a esa verdad. Para Morin (1995), cada uno de los ele-

(1)

La teoría de la información (es útil para el tratamiento de la incertidumbre, la sorpresa, lo inesperado. Este concepto de información permite entrar en un universo en el que a la vez hay orden –la redundancia– y desorden, así como –el ruido– y extraer de ello lo nuevo –la información misma–);

(2)

la cibernética (es en sí misma una teoría de las máquinas autónomas que permite la autonomía de un sistema, la causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa) y

(3)

la teoría de sistemas como el concepto de autoorganización (que pone igualmente las bases de un pensamiento de la organización, significa que existen cualidades emergentes que nacen de la organización de un todo y que pueden retroactuar sobre las partes).

Figura 1.2.1. Teorías subyacentes del pensamiento complejo.

mentos del mundo no son objetos aislados, sino que son una parte de un sistema mayor que los contiene, esta pertenencia hace que esté en constante interacción con otros elementos del sistema, así como con el sistema completo. Desde esta perspectiva, las sociedades, los individuos, incluso el universo se consideran sistemas complejos, conectados a múltiples relaciones e interacciones entre sus componentes y sus relaciones con otros sistemas.

De ahí que, para acercarnos al objeto de estudio, debamos ajustar la perspectiva y la forma del abordaje para tener más claridad en el momento de los análisis. Ser parte del contexto que es investigado, al proceder de los espacios socioculturales que brindaron esa formación con teorías específicas formativas, podría subordinar nuestra forma de aproximación y el criterio para hacerlo. De acuerdo con Morin (2009), el problema está en la formación y las características de instrucción que hemos tenido como sociedad en los últimos 200 años, ya que se han abordado de manera inadecuada, con saberes desarticulados, fragmentados y compartimentados en disciplinas: «Vivimos bajo el imperio de los principios de disyunción, de reducción y abstracción, cuyo conjunto

constituye el paradigma de la simplificación». Es decir, se ha compartimentado el saber generando un conocimiento/pensamiento reduccionista, sin percatarnos que cada elemento es apenas un componente de un todo más amplio, y que las relaciones y las interconexiones de cada componente son generadores de diferentes realidades.

1.3. Dimensiones al pensar desde la complejidad



Para Morin (1995), el reto para la generación de conocimientos y construcciones de saberes consiste en dejar de aislar a los objetos de estudio, evitar la división de las disciplinas en compartimentos estancos y empezar a reconocer sus relaciones/conexiones; e iniciar un proceso de integración, aunque pueda parecer, en primera instancia, caótico, desorganizado o contradictorio.



Esta es la razón por la cual el abordaje de la ciencia (y de lo cotidiano) debe superar no solo el espacio disciplinar, sino también el interdisciplinar y alcanzar la transdisciplinariedad «un espacio donde un pensamiento pueda articular los componentes que están en diferentes disciplinas obteniendo en un gran conjunto, una verdadera organización del pensamiento». Pero la prioridad de la transdisciplinariedad está en el sustento del pensamiento complejo, que es esa capacidad de conectar los diferentes hechos, teorías o informaciones que se encuentran dispersas o encerradas en disciplinas.

La ambición del pensamiento complejo es rendir cuenta de las articulaciones entre dominios disciplinares quebrados por el pensamiento disgregador (uno de los principales aspectos del pensamiento simplificador); este aísla lo que separa, y oculta todo lo que religa, interactúa, interfiere. En este sentido el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional. Pero sabe, desde el comienzo, que el conocimiento completo es imposible: uno de los axiomas de la complejidad es la imposibilidad, incluso teórica, de una omnisciencia. Implica a su vez el reconocimiento

de un principio de realidad incompleta y de incertidumbre, pero también, por principio, el reconocimiento de los lazos entre las entidades que nuestro pensamiento debe necesariamente distinguir, pero no aislar, entre sí (figura 1.3.1). De este modo:

El pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista, y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento. (Morin, 1994)

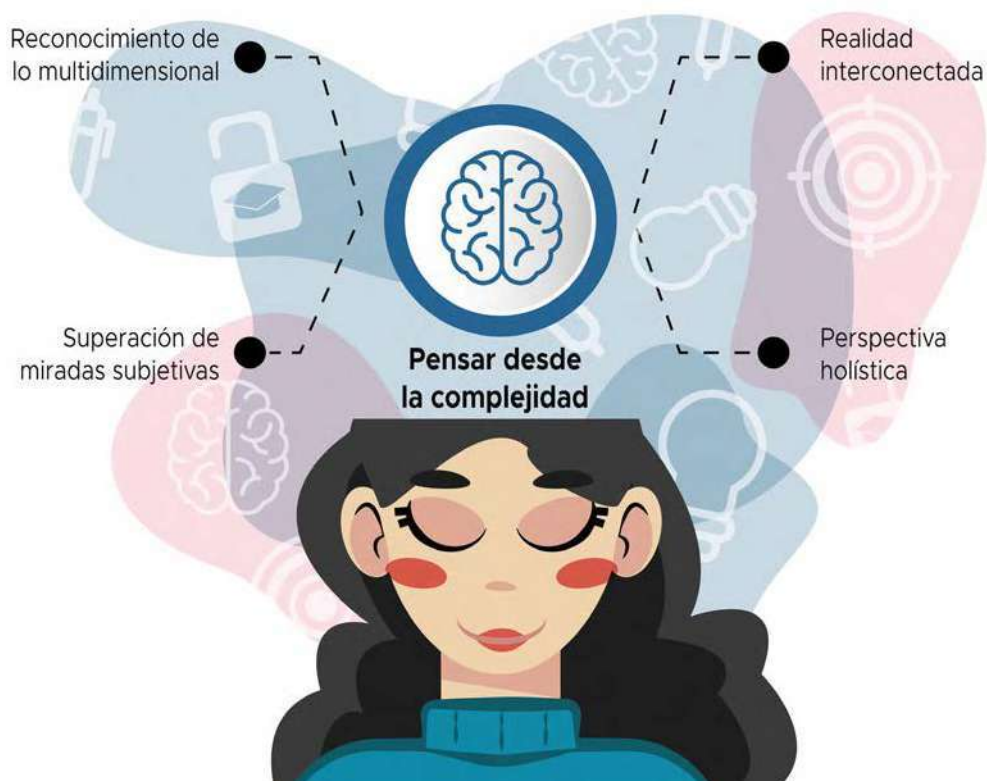


Figura 1.3.1. Dimensiones al pensar desde la complejidad.

Esta necesidad de la perspectiva de la multidimensionalidad planteada por Morin en la búsqueda de la comprensión un poco más completa de la realidad es una buena herramienta que nos acerca a la cotidianidad del siglo **xxi** caracterizada por la interconexión. Los albores de esta nueva era han permitido que la digitalización se transforme en una parte más que importante en la vida de los seres humanos condicionando su forma de ser, estar, pensar y actuar en la tierra.

Esta forma de interconexión digital ha favorecido el incremento y ha transformado en tendencia diversas formas de consumo y esa es una de las características del nuevo ciudadano. Morin (2020a) concibe que el desarrollo del capitalismo ha acarreado el desarrollo de producciones, de intercambios, de comunicaciones, pero ha dado como resultado también la mercantilización generalizada, destruyendo, así, numerosos tejidos de convivencia. El mercado privilegia en todo momento el cálculo del interés y la necesidad de sumas crecientes de dinero solo para sobrevivir y el retroceso de la parte de servicio gratuito de la donación, es decir, de la amistad y de la fraternidad. Los desarrollos económicos y estatales han suscitado y favorecido la formación de enormes maquinarias tecnoburocráticas que, por una parte, dominan y aplastan todo lo que es individual singular concreto y, por otra, producen irresponsabilidad individual, colectiva y con el medio.

Es, una vez más, desde la educación donde se deberán buscar estrategias que posibiliten opciones a la individualidad y a una ciudadanía responsable que vincule de otras maneras las relaciones entre las personas y con la naturaleza. La propuesta es construir una nueva forma de concebir la realidad y redefinir acciones hacia la cristalización de una ciudadanía en la que se configuren y posibiliten la obtención de criterios que orienten al conocimiento de la realidad para generar las transformaciones necesarias para el logro del bien común.

En síntesis, la propuesta es casi una opción ideológica de acción, Morin (2010) considera que se deben abandonar las respuestas que solucionaban las viejas crisis y elaborar situaciones novedosas y desarrollar una política de civilización que impulse la adhesión de los ciudadanos abriendo una vía y una esperanza, de despertar las buenas voluntades, de suscitar y estimular el impulso y la restauración de las solidaridades.

1.4. Pensamiento complejo, ¿nuevo paradigma epistemológico?



Los paradigmas se van construyendo en la medida en que las personas, a través de sus acciones, van conformando la forma de observar, actuar, pensar, generar, producir... Lo que se necesita es construir juntos esta nueva manera de observar la realidad para que, de esta forma, se cristalice una perspectiva holística que deje de lado el pensamiento reduccionista y unidimensional.



Si buscamos el origen de la palabra *paradigma*, debemos remitirnos a su origen griego en la palabra *paradeigma*, que significa 'modelo' o 'ejemplo', misma acepción que le da la Real Academia Española (RAE, 2022) como algo que es ejemplar. Aunque a lo largo del tiempo se le han asignado varias acepciones, fue en 1962 cuando Thomas Kuhn ensanchó su alcance, al conceptualizarlo como «las realizaciones científicas universalmente reconocidas que proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica». Es decir, no solo toma el concepto como un ejemplo, sino que amplía su significado a un modelo que le da forma al sustento teórico de la ciencia, a la forma de buscar soluciones y hasta en la manera en las que se seleccionan y observan los problemas. Es decir, que la forma de analizar los problemas y la búsqueda de soluciones estarían sustentadas en un modelo, en una forma de pensamiento que en definitiva le daría forma a la cosmovisión de una sociedad.

En su análisis también planteó el proceso de cambio de un paradigma como una ruptura o *revolución científica* en la que el cambio comenzaría a surgir cuando los supuestos subyacentes de las teorías y modelos aplicados por las personas que forman parte de la comunidad científica fuesen insuficientes para dar cuenta de fenómenos, anomalías y dudas de una sociedad. La persistencia de la incompetencia para dar respuestas comenzaría a resquebrajar el modelo sustentante motivando la aparición de un nuevo modelo o paradigma que sea capaz de dar respuestas a las nuevas necesidades de la comunidad científica/sociedad.

La forma de que el paradigma dominante cambie sería a partir de la innovación, dejar de lado los patrones que guían la búsqueda de problemas y soluciones e indagar en propuestas distintivas y novedosas. Hablamos de una nueva forma de pensar, observar y analizar la realidad.

El paradigma producido por una cultura es, al mismo tiempo, el paradigma que reproduce a esa cultura. Desde la perspectiva de Morin (2009), el principio de disfunción, distinción, asociación, oposición que gobierna a la ciencia en la actualidad no solo controla las teorías, sino que, al mismo tiempo, comanda la organización tecno burocrática de la sociedad. Morin (1995) considera que estos principios han mostrado sus límites y, para ello, se requiere un pensamiento que capte que el conocimiento de las partes dependa del conocimiento del todo y que el conocimiento del todo dependa del conocimiento de las partes; que reconozca y trate a los fenómenos multidimensionales en vez de aislar de manera mutilante cada una de sus dimensiones y, que reconozca y trate las realidades que son a la vez solidarias y conflictivas respetando lo diverso sin dejar de reconocer lo singular. Además, la degradación de nuestra biosfera, la crisis de civilización y las antinomias de la globalización son crisis del paradigma de la modernidad (Morin, 2020b).



Un pensamiento que aísla y separa debe ser sustituido por un pensamiento que distinga y reúna. Un pensamiento disruptivo y reductor ha de ser reemplazado por un pensamiento de lo complejo, en el sentido original del término **complexus**: lo que está entretejido



¿Cómo establecer cambios en el pensamiento? Para Morin (2009), reformar el pensamiento requiere de una transformación profunda de sus estructuras, una revolución capaz de complejizar el pensamiento, es decir, de conocer mediante principios organizadores de un pensamiento complejo, en el sentido de ser capaz de captar la complejidad de la realidad. Para pensar de manera compleja, es preciso ver el objeto en sus relaciones, se requiere comprender la dinámica del todo, percibir sus interrelaciones,

ecologizar el pensamiento para poder ecologizar los saberes. Orden, desorden y organización deben pensarse en conjunto. Ya no se trata de rechazar el desorden de las teorías, sino abordarlo.

¿Cómo se analiza este cambio? Sanmartí Puig *et al.* (2004) han ampliado esta idea y la han analizado desde diversas perspectivas: la ética, el pensamiento y la acción (figura 1.4.1)

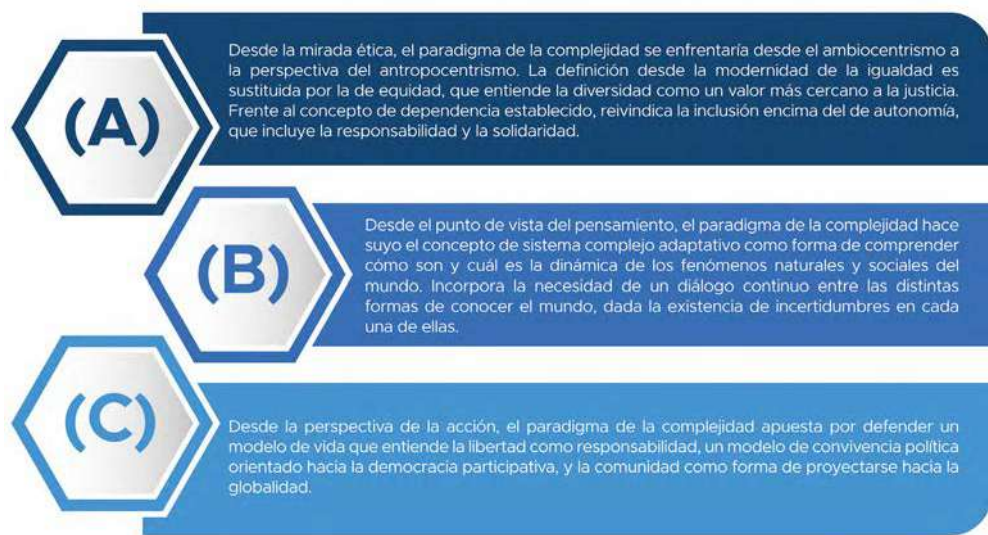


Figura 1.4.1. Perspectivas de análisis del paradigma de la complejidad.

Para ello, será fundamental la reforma del pensamiento, y dejar de lado las ideas parcelarias de la ciencia y las fronteras territoriales políticas, para construir una nueva forma de pensar, para comenzar a dar respuesta desde lo local, con perspectiva planetaria a los problemas de la humanidad.

1.5. Resumen integrador del capítulo

En el capítulo 1 se abordan los elementos conceptuales del pensamiento complejo, enunciado como la capacidad que permite al investigador o persona que observa, determinar y comprender que la realidad que percibe está interconectada con otra serie de realidades que forman parte de un fenómeno. Con ello se planteó la interrogante de si estamos en un nuevo paradigma, ubicando la necesidad de construir una nueva forma de concebir la realidad y redefinir acciones hacia la cristalización de una nueva ciudadanía

en la que se configuren nuevas formas de sentir, pensar y actuar que posibiliten la obtención de nuevos criterios que orienten al conocimiento de la realidad para generar las transformaciones necesarias para el logro del bien común. Con estas reflexiones, el capítulo siguiente aborda el trabajo de un grupo de investigación que construye trayectorias y escenarios, en el marco de la complejidad, para contribuir con una nueva ciudadanía socialmente comprometida para la transformación y la gestación de soluciones para la sociedad (figura 1.5.1).

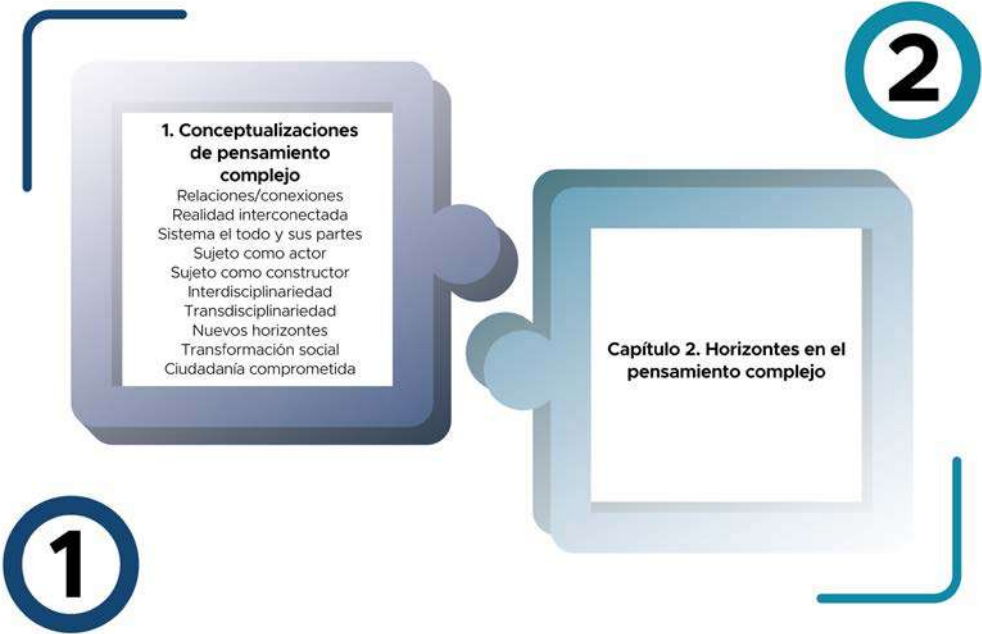


Figura 1.5.1. Resumen integrador del capítulo 1 y vinculación con el capítulo 2.

1.6. Referencias

- Kuhn, T. S. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Lipman, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Ediciones de la Torre.
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo* (p. 167). Gedisa.
- Morin, E. (1995). *El pensamiento complejo*. Gedisa.
- Morin, E. (2009). *Para una política de la civilización* (vol. 1). Grupo Planeta.
- Morin, E. (2010). *Pensar la complejidad. Crisis y metamorfosis*. Universidad de Valencia.
- Morin, E. (2020a). *La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Siglo XXI.
- Morin, E. (2020b). *Cambiemos de vía: lecciones de la pandemia*. Paidós.
- Sanmartí Puig, N., Bonil, J., Pujol Villalonga, R. M. y Tomás, C. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Revista Investigación en la Escuela*, 53, 5-19. <http://hdl.handle.net/11441/60999>
- RAE (2022) Diccionario de la Real Academia Española. <https://dle.rae.es/complejo>
- Ramírez-Montoya, M. S., McGreal, R. y Obiageli Agbu, J. F. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO [Complex Digital Horizons in the Future of Education 4.0: Insights from UNESCO Recommendations]. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2). <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33843> <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/648468> <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/648469>
- Tecnológico de Monterrey (2019). Razonamiento para la complejidad. En: *Competencias Transversales. Una visión desde el modelo educativo TEC21. Documento guía para el docente de educación superior* (pp. 62-76). Tecnológico de Monterrey.

Capítulo 2. Nuevos horizontes hacia un modelo educativo de pensamiento complejo

Introducción



A medida que avanzamos en un mundo cada vez más interconectado y globalizado, es necesario adoptar enfoques más holísticos para comprender la complejidad de los fenómenos que nos rodean. En este contexto se abren nuevos horizontes para el desarrollo del pensamiento complejo que permita comprender los desafíos de nuestra realidad. Y es a través de modelos educativos innovadores y disruptivos como se puede promover esta competencia para la formación de ciudadanos más críticos y orientados a una solución sostenible de estos retos.

Para formular propuestas de modelos formativos que respondan a las necesidades futuras de la ciudadanía, se requieren grupos multidisciplinarios formados por personas comprometidas con la búsqueda de soluciones a los problemas críticos que afectan a la sociedad. Uno de estos grupos es el Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos (R4C-IRG, por sus siglas en inglés), del Instituto para el Futuro de la Educación, del Tecnológico de Monterrey, que busca la implementación de sistemas formativos apoyados con la ciencia abierta y las tecnologías 4.0, vinculándose con proyectos que aporten a los objetivos de la Agenda 2030 de la Unesco. Dentro de sus proyectos está el de formular un modelo educativo abierto que desarrolle las competencias de pensamiento complejo que se adapte a los nuevos requerimientos.

Las instituciones universitarias están optando cada vez más por modelos educativos que buscan formar al estudiantado con habilidades de alto nivel, como el pensamiento complejo, con el

fin de capacitarlo para enfrentarse a los retos de la vida. Con la intención de identificar los principales elementos que componen un modelo educativo, se recomienda revisar las fortalezas y debilidades del sistema formativo, comparándolo con otros a nivel nacional e internacional (Hincapié Parejo *et al.*, 2022). El reconocimiento de buenas prácticas orientadas a la formación de la competencia de pensamiento complejo permitirá identificar los componentes filosóficos, teóricos, políticos y procesos educativos que conformarán el modelo educativo abierto (Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya, 2021). Además, conocer cuáles son esas prácticas que llevan a cabo tanto docentes como estudiantes en diferentes contextos permitirá comprender mejor cómo estos componentes se desarrollan en entornos formativos.

Escalando el pensamiento complejo para todos

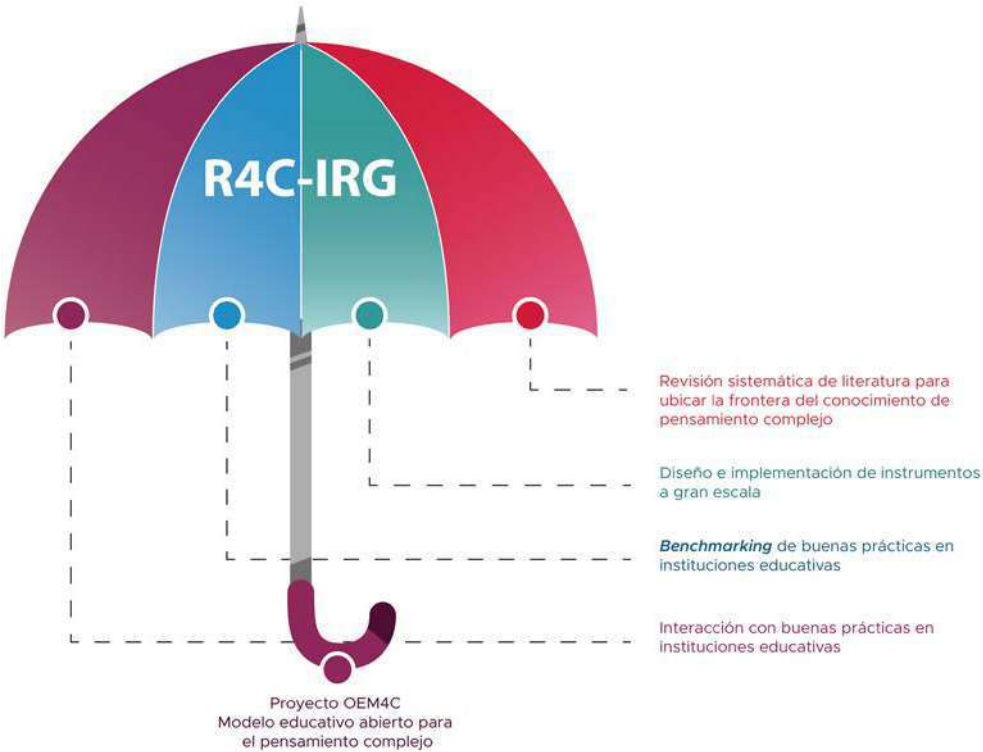
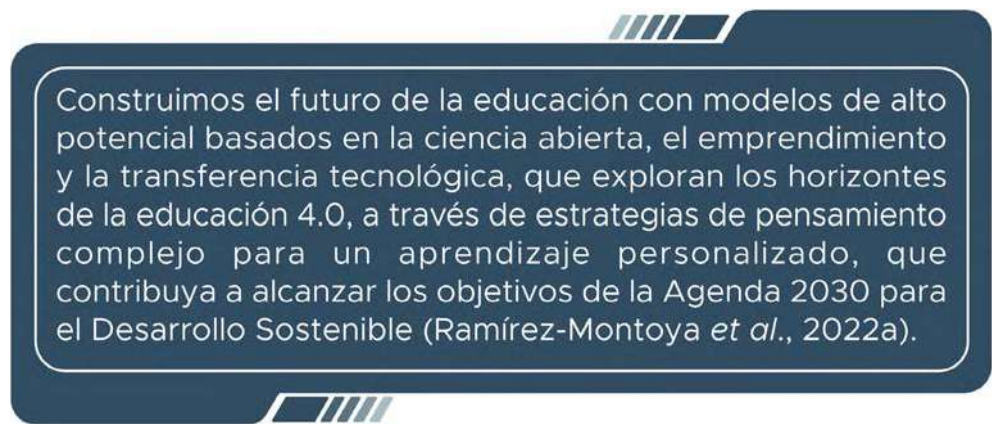


Figura 2.1. Hacia la búsqueda de nuevos horizontes para el pensamiento complejo.

En este capítulo se aborda la forma en que Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos, a través de actividades de investigación, han desarrollado el proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo (también denominado, OEM4C por las siglas en inglés de *Open Educational Model for Complexity*). Asimismo, se muestran los resultados de un análisis comparativo que identifica los principales componentes filosóficos, teóricos, políticos y procesos educativos de un modelo educativo, así como prácticas realizadas por docentes y estudiantes en espacios educativos que permitirán identificar los principales retos observados hacia el logro del pensamiento complejo (figura 2.1).

2.1. Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos



Construimos el futuro de la educación con modelos de alto potencial basados en la ciencia abierta, el emprendimiento y la transferencia tecnológica, que exploran los horizontes de la educación 4.0, a través de estrategias de pensamiento complejo para un aprendizaje personalizado, que contribuya a alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022a).

En el horizonte de la educación del futuro, el desarrollo del razonamiento de la complejidad es uno de los principales retos de una sociedad. Se buscan nuevas soluciones para afrontar problemas críticos desde la educación superior y el aprendizaje permanente. En este contexto, las prácticas de ciencia abierta se convierten en herramientas fundamentales para acelerar el aprendizaje y construir nuevas formas de análisis de una realidad social compleja. Hoy más que nunca, es fundamental potenciar los procesos de investigación, promover la innovación y las estrategias educativas para el desarrollo de competencias emprendedoras, basadas en el pensamiento crítico, innovador, científico y sistémico.

El Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos, del Institute for the Future of Education, del Tecnológico de Monterrey, pretende crear espacios de aprendizaje personalizados para reducir la brecha digital en el aprendizaje, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de una ciudadanía responsable. Este grupo de investigación busca nuevos horizontes para una educación de calidad para todos (figura 2.1.1). El punto de partida del grupo es el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 (Unesco, 2015a): ¿cómo se puede escalar el razonamiento complejo con la ciencia abierta para apoyar una educación inclusiva, equitativa, de calidad y de clase mundial que ofrezca oportunidades de aprendizaje permanente para todos?



Figura 2.1.1. Página web del Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos: <https://tec.mx/es/r4c-irg>

Los proyectos de investigación del grupo promueven la colaboración entre universidades, industrias, Gobiernos y el sector civil, para desarrollar soluciones con un enfoque del desarrollo sostenible y multidisciplinar, que aborde los desafíos de la sociedad. A partir de tres momentos (figura 2.1.2) el grupo de investigación construye interconectando ciencia y tecnología considerando los niveles de madurez tecnológica (TRL, por las siglas en inglés de technology readiness level).

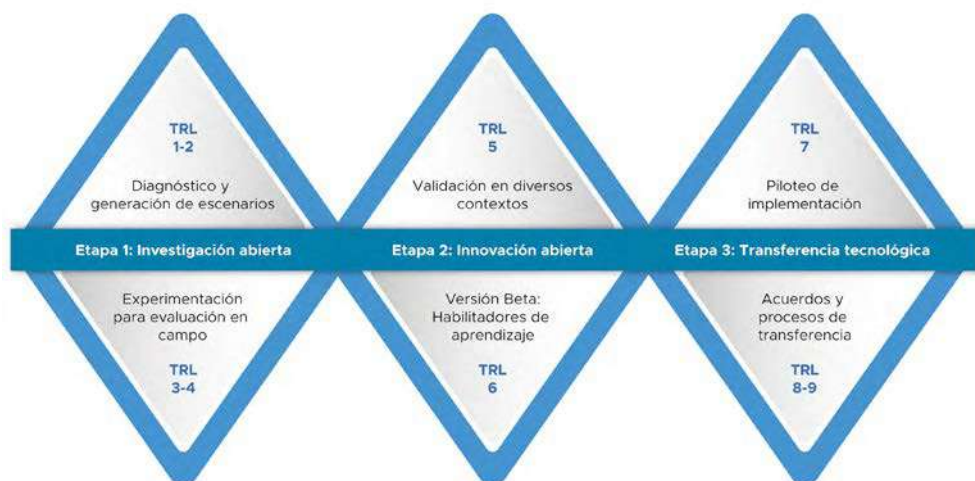


Figura 2.1.2. Tres momentos de construcción del Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos con TRL.

El grupo de investigación contempla las motivaciones y necesidades problemáticas de los ODS planteados desde la Unesco, los retos educativos y sociales y la brecha digital que afecta el desarrollo de las personas y la sociedad. A partir de ello se trabaja con proyectos que van desde la conceptualización de nuevas posibilidades, partiendo de la conceptualización, el prototipado y la evaluación constante a través de pilotajes en diferentes momentos. El fin es gestar nuevo conocimiento educativo que sea de valor para crear nuevos servicios y productos que mejoren la calidad educativa para el aprendizaje a lo largo de la vida (figura 2.1.3).

Desde esa perspectiva, el grupo de investigación desarrolla proyectos que impliquen la vinculación para construir el futuro de la educación, a través de diversos proyectos encaminados al desarrollo del pensamiento complejo, vinculado con la tecnología. Entre los proyectos se ubica el Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo, punto central de esta obra.

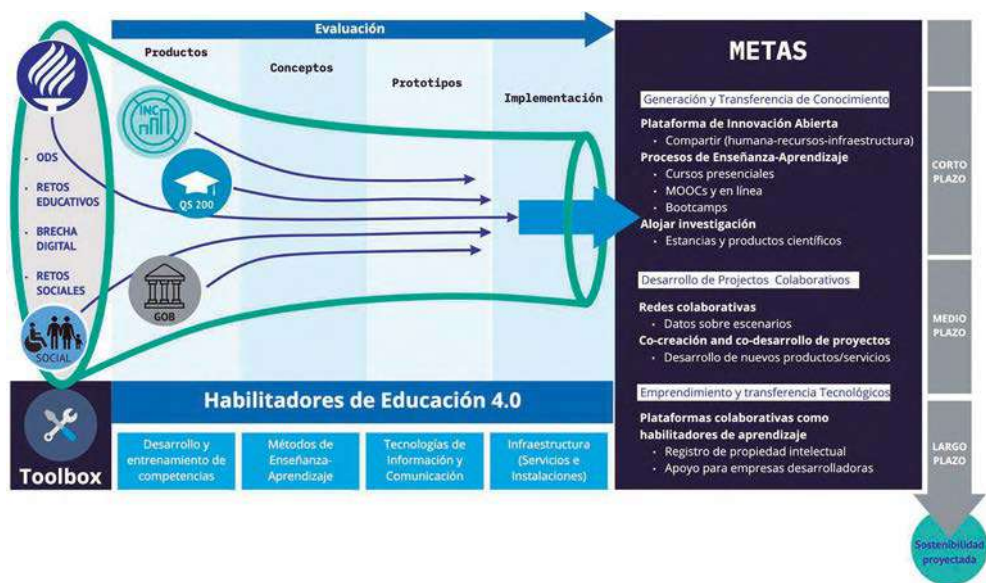


Figura 2.1.3. Proceso metodológico del Grupo de Investigación Interdisciplinario Escalando el Pensamiento Complejo para Todos (Ramírez-Montoya *et al.*, 2021).

2.2. Proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo



El objetivo general del proyecto es el de escalar los niveles de desempeño de la competencia de pensamiento complejo y sus subcompetencias en estudiantes de educación superior de instituciones nacionales e internacionales, a través de análisis comparativos y mediciones en programas profesionalizantes y credenciales con múltiples vías de formación, para proporcionar un modelo de formación abierto y transferible a todos los segmentos de la población (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022a). Un modelo consiste en una representación o comparación empleada para comprender o representar algo de naturaleza compleja que no se puede observar de manera directa, con el propósito de proporcionar un patrón a seguir (Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya, 2021).



¿Cuáles son los retos en el presente y futuro de la Educación? La agenda 2030 de la Unesco (Unesco, 2015b) marca retos importantes para la formación para el aprendizaje a lo largo de la vida. Los cambios constantes y entramados abren oportunidades para construir nuevas opciones para la educación. Estos cambios exigen miradas diferenciadas para formar con altas capacidades para respuestas creativas, aparte de la complejidad que permita aportar al desarrollo sostenible en torno a cuáles son los aspectos movilizadores para abordar el pensamiento complejo (figura 2.2.1).

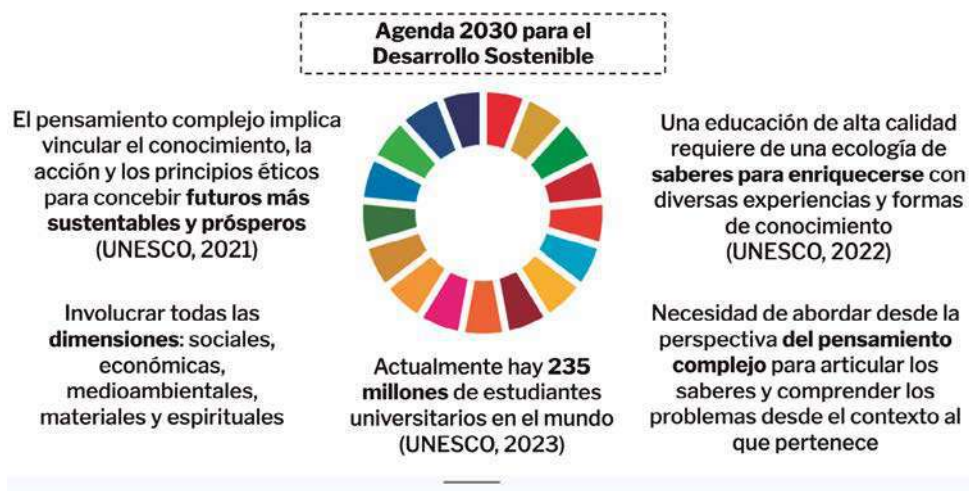


Figura 2.2.1. Movilizadores del pensamiento complejo como aporte a la agenda 2030 de la Unesco.

En este sentido, el proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo, busca responder a la pregunta: ¿cuáles son los componentes tecnopedagógicos que apoyan el escalamiento del pensamiento complejo y sus subcompetencias en las universidades iberoamericanas? (Ramírez-Montoya, 2023). Su misión, visión y objetivos se muestran en la figura 2.2.2.

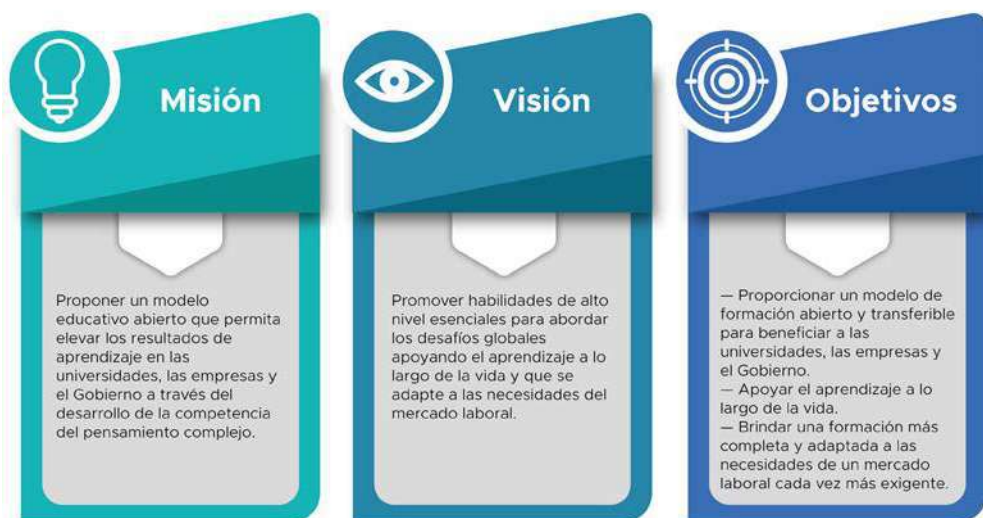


Figura 2.2.2. Misión, visión y objetivos del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.

Este proyecto plantea un modelo educativo abierto que promueva la formación para pensar crítica y creativamente, apoyando el aprendizaje a lo largo de la vida. Además, busca ayudar a comprender que la incertidumbre es una parte más de la cotidianidad de las personas, con el cruce de diversas dimensiones de lo social como ambientales, tecnológicos, económicos y culturales (figura 2.2.3).



Figura 2.2.3. Página web del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo <https://www.research4challenges.world/complex-thinking>

A través de un método de investigación con un enfoque secuencial mixto (integrando instrumentos cuantitativos y cualitativos, de manera lineal), se buscó abordar el desafío que genera la complejidad de las necesidades educativas y las disparidades globales en el acceso a oportunidades de aprendizaje efectivas. Considerando que el razonamiento para la complejidad y la ciencia abierta pueden incentivar la colaboración, el acceso libre al conocimiento y la transparencia en la investigación, se integró un enfoque que busca mejorar los procesos formativos para la educación media y superior, así como para el aprendizaje a lo largo de la vida. Las fases desarrolladas en este proyecto se muestran en la figura 2.2.4, con la colaboración de un equipo de investigación interdisciplinar presentado en la figura 2.2.5.

Fase 1

Mapeo de literatura
Mapeo de buenas prácticas de instituciones
Diseño y pilotaje de instrumentos
Diseño del modelo

Implementación del modelo a gran escala
Aplicación de instrumentos en escenarios formativos donde se aplique el modelo a gran escala
Perfeccionamiento del modelo

Fase 2

Fase 3

Registro del modelo educativo
Transferencia del modelo a mayor escala en instituciones, organizaciones sociales, gubernamentales y empresas

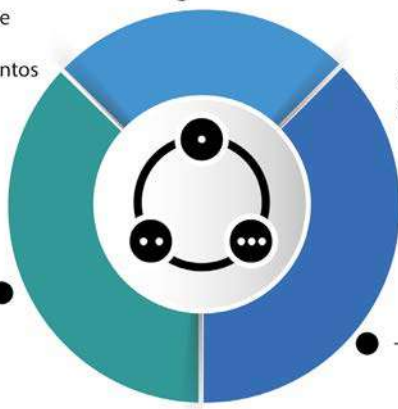


Figura 2.2.4. Fases del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.



Figura 2.2.5. Equipo de investigación del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.

A través del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo, se busca promover capacidades de alto nivel esenciales para abordar los desafíos globales de hoy en día y colaborar con la aceptación de la incertidumbre que generan los constantes cambios ambientales, tecnológicos, económicos y sociales. Brindar una formación de calidad y adaptada a las necesidades de un mercado laboral cada vez más exigente, apoyará también en oportunidades para el aprendizaje a lo largo de la vida y beneficiar a las instituciones educativas, las empresas, el Gobierno y la sociedad.

2.3. Análisis comparativo de buenas prácticas en instituciones educativas

Un *análisis comparativo* consiste en una técnica que busca comparar las mejores prácticas en diferentes instituciones, que en este caso estuvieron relacionadas con el desarrollo de las competencias de pensamiento complejo y sus subcompetencias.

El grupo de investigación partió de revisiones sistemáticas de literatura, el diseño e implementación de instrumentos con estudiantes, profesores y sujetos de los ámbitos empresariales, gubernamentales y sociales. Posteriormente, con el fin de identificar buenas prácticas que permitieran sustentar un modelo educativo orientado al desarrollo de competencias de pensamiento complejo, se hizo un *análisis comparativo* entre diferentes instituciones educativas. Se analizaron documentos significativos de los sitios web de 19 instituciones educativas que fueron seleccionadas (a partir de un análisis de sitios web de universidades que declararan «pensamiento complejo») de acuerdo con los objetivos del proyecto (Carlos-Arroyo y Portuguesez-Castro, 2023). La lista de las instituciones se puede ver en la tabla 2.3.1.

**Tabla 2.3.1. Instituciones participantes en el análisis comparativo
(Carlos-Arroyo y Portuguese-Castro, 2023).**

Institución	Tipo de institución	País	Año de fundación	Sitio web
Universidad de Barcelona	Pública	España	1450	https://web.ub.edu/es
Universidad de Cantabria	Pública	España	1972	https://web.unican.es
Universidad de Granada	Pública	España	1531	https://www.ugr.es
Universidad de Panamá	Pública	Panamá	1935	https://www.up.ac.pa
Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL)	Privada	Ecuador	1971	www.utpl.edu.ec
Tecnológico de Monterrey	Privada	México	1943	http://www.tec.mx
Universidad Autónoma de México	Pública	México	1910	https://www.unam.mx
Universidad Autónoma de Nuevo León	Pública	México	1933	https://www.uanl.mx
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Pública	México	1869	https://www.uaeh.edu.mx
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	Pública	México	1923	https://www.uaslp.mx
Servicio Andaluz de Salud/Biblioteca del Área de la Axarquía	Gobierno	España	1984	http://www.bvsspa.es
Stanford University	Privada	Estados Unidos	1885	https://www.stanford.edu/about
Vanderbilt University	Privada	Estados Unidos	1873	https://www.vanderbilt.edu

Una vez que se identificaron las instituciones objeto de análisis, se hizo una búsqueda de información en las páginas web de las instituciones relacionada con cuatro componentes de un modelo educativo propuesto por Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya (2021): 1) componente filosófico, 2) componente teórico, 3) componente político y 4) proceso educativo, y se colocaron en una base de datos. La descripción de cada componente se muestra en la figura 2.3.2.



Figura 2.3.2. Componentes del modelo educativo analizados en el *análisis comparativo* (basados en Escudero- Nahón y Ramírez-Montoya, 2021).

2.3.1. Componente filosófico

Para esta unidad de análisis, se revisaron la misión, la visión y los valores de las instituciones, para identificar el propósito educativo y el ideal de competencias en su alumnado. Se encontró que tienen especial interés en formar una ciudadanía con compromiso social y pensamiento crítico, capaces de aplicar el conocimiento para contribuir al desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la sociedad. Esto se pudo identificar en la misión de la UASLP y de la Universidad de Stanford. Otras características encontradas fueron el liderazgo, la investigación, la creatividad y el aprendizaje basado en competencias, identificados en los modelos educativos del Tecnológico de Monterrey y de la Universidad de

Barcelona. Por último, la integración de la Agenda 2030 (Unesco, 2015b) y de los ODS de la Unesco (Unesco, 2015a) se hacen presentes en la propuesta de modelos cada vez más holísticos. En la figura 2.2.7 se muestran los principales componentes filosóficos ubicados en los modelos analizados.

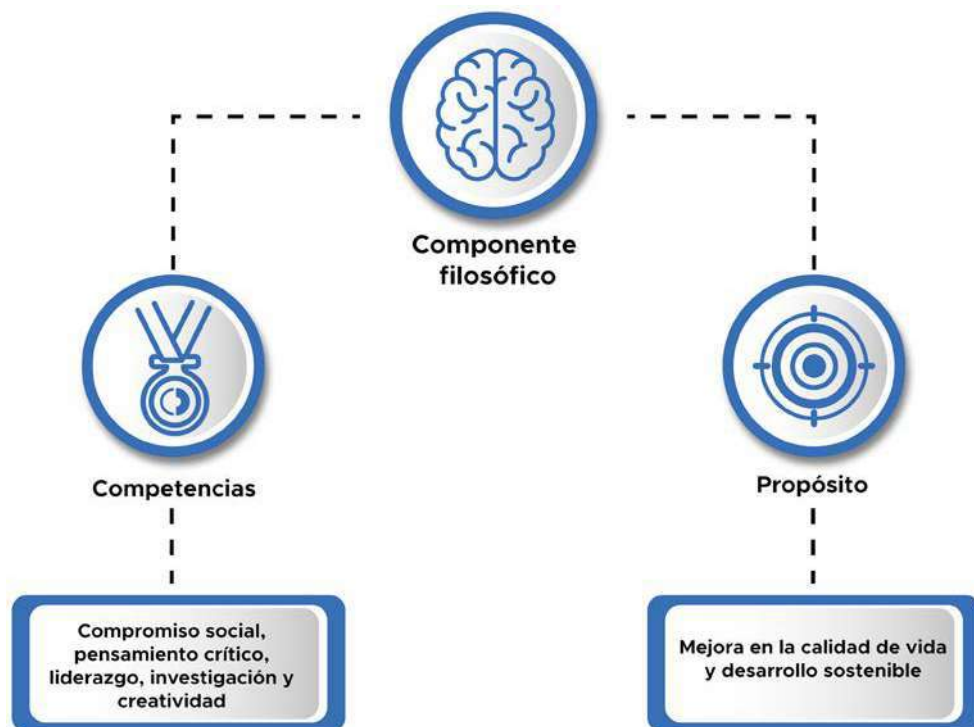


Figura 2.3.3. Componentes filosóficos para el desarrollo de competencias de pensamiento complejo.

2.3.2. Componente teórico

Para este componente, se revisaron las teorías educativas que orientan el modelo educativo de las instituciones analizadas. Se encontró que en las organizaciones se declara el modelo educativo basado en competencias y el aprendizaje para toda la vida, incluido en sus programas, aunque no todas establecen al pensamiento complejo como una competencia. Para la Universidad de Stanford, la Universidad Autónoma de México (UNAM) y el Tecnológico de Monterrey, las subcompetencias del pensamiento complejo sí se encuentran dentro de su currículum. Universidades

como la de Vanderbilt y la Universidad de California desarrollan el pensamiento científico y el pensamiento crítico dentro de sus programas. Otro elemento presente es la interdisciplinariedad y la colaboración entre diferentes actores como las comunidades, el Gobierno y las empresas. O el uso de credenciales alternativas y recursos educativos abiertos ofrecidos dentro y fuera de la comunidad educativa, como es el caso de la Universidad de Auckland, Edimburgo y la Universidad de California. Los elementos del componente teórico ubicados en el análisis se muestran en la figura 2.3.4.

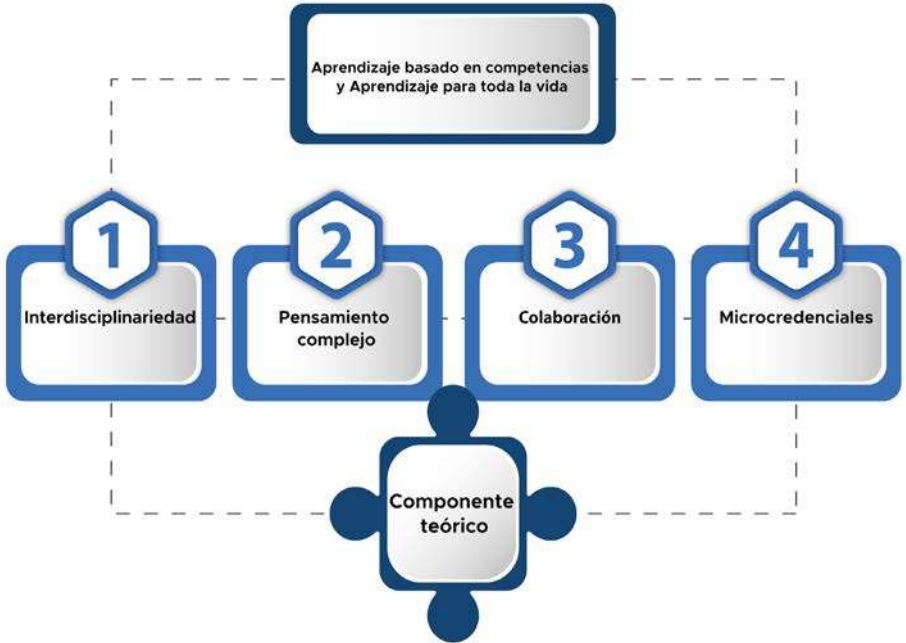


Figura 2.3.4. Componentes teóricos para desarrollar competencias de pensamiento complejo.

2.3.3. Componente político

En esta unidad de análisis se identificó cómo las instituciones incorporan y evalúan el pensamiento complejo y sus subcompetencias de pensamiento crítico, sistémico, científico e innovador. Se encontró que esta competencia se desarrolla de manera transversal en los programas de estudio. Para el caso de la UASLP, el Tecnológico de Monterrey, la UNAM y Stanford indican desarrollar todas las subcompetencias. Por su parte, el pensamiento crítico

es la subcompetencia que más se trabaja, esto se hizo evidente especialmente en el caso de la Universidad de Panamá, la UTPL, Edimburgo y la Universidad de Auckland. Los programas de capacitación docente, así como la creación de grupos de investigación interdisciplinarios, son relevantes para el estudio de temas relacionados con la competencia que promueven la colaboración entre el profesorado y los investigadores, como el Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos del Tecnológico de Monterrey.

En la evaluación, se identificaron programas que promueven la evaluación formativa, la evaluación por pares y la autoevaluación con herramientas que permiten identificar el desarrollo de las competencias de pensamiento complejo. Los hallazgos se hicieron evidentes en la Universidad de Stanford, Auckland y Vanderbilt. En la figura 2.3.5 se presentan las estrategias y tipos de evaluación ubicados en el análisis de las instituciones, para desarrollar el pensamiento complejo.

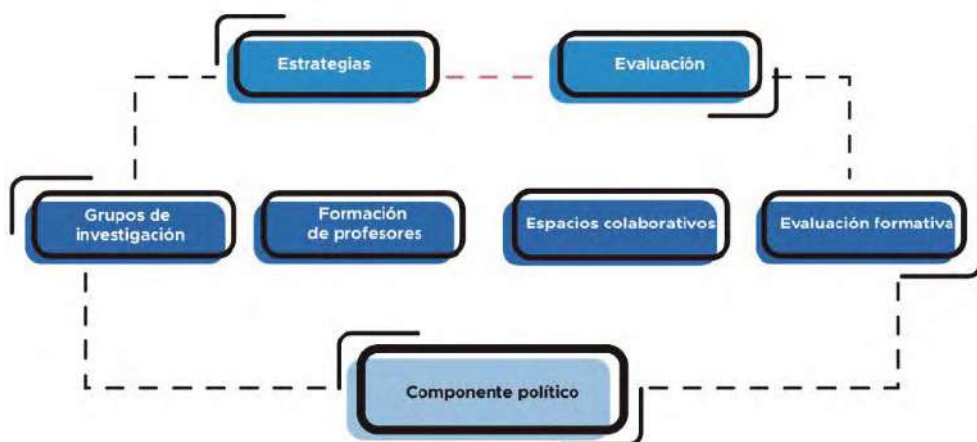


Figura 2.3.5. Componente político para desarrollar el pensamiento complejo.

2.3.4. Proceso educativo

Para esta unidad de análisis, se revisaron los tipos de programas, las modalidades de enseñanza, las tecnologías emergentes y la relación con graduados y empleadores. Sobre los tipos de programas, van desde el nivel de secundaria hasta el posgrado, así como también se ofrecen cursos de educación continua. La modalidad de enseñanza es principalmente presencial, aunque se encuentran

modelos híbridos y en línea ubicados en la UNAM, la UASLP y la Michigan State University. También se integran el desarrollo de proyectos que utilizan tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, realidad virtual y aumentada, el *blockchain*, *machine learning*, *big data*, entre otros.

Proyectos como el uso de *machine learning* para predecir enfermedades de la Universidad de Barcelona y el uso de vehículos autónomos y *blockchain* en la Universidad de Auckland, son algunos ejemplos de cómo las universidades emplean estas tecnologías para mejorar el proceso formativo. Por último, el contacto con graduados y empleadores es relevante para entender las necesidades del mercado y conocer las competencias requeridas en los programas formativos de futuros profesionales. A través de encuestas, plataformas formativas, programas de voluntariado y *coaching*, algunas universidades buscan establecer este contacto y mantenerse al tanto de las condiciones laborales de sus exalumnos y exalumnas. En la figura 2.3.6 se encuentran los componentes del proceso educativo para el desarrollo de competencias de pensamiento complejo, detectados en el análisis de las universidades.

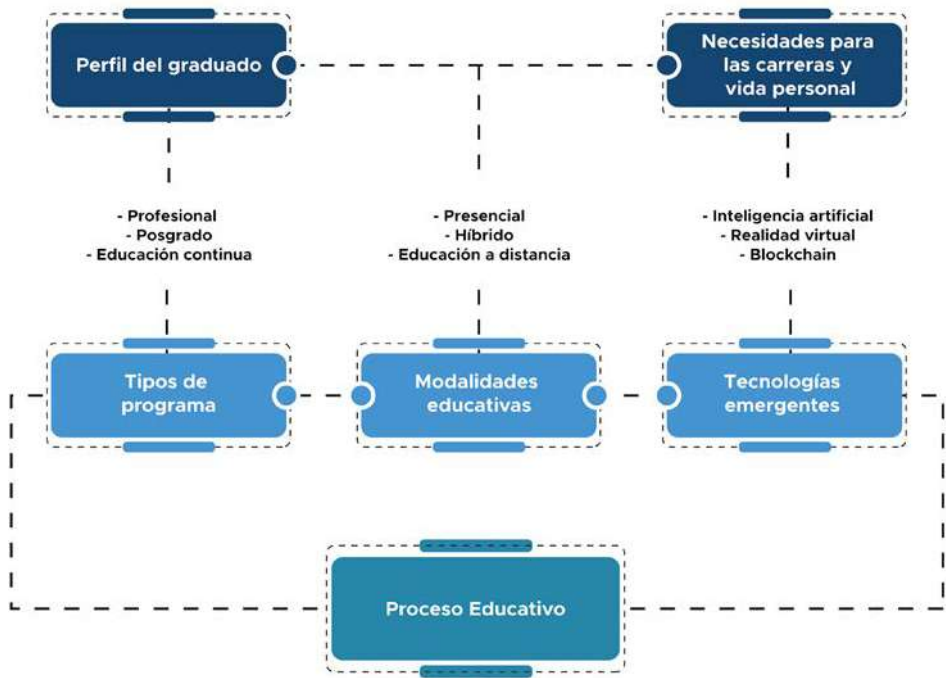


Figura 2.3.6. Proceso educativo para el desarrollo del pensamiento complejo.

Tabla 2.3.2. Componentes del modelo educativo para desarrollar competencias de pensamiento complejo.

Componentes del Modelo Educativo	Elementos	Competencias	Contribución al pensamiento complejo
Componente Filosófico	Mejora de la calidad de vida Competencias	— Compromiso social — Pensamiento crítico — Liderazgo — Investigación — Creatividad	Establece un paradigma educativo que promueve la comprensión profunda, el análisis crítico y la responsabilidad social, elementos clave del pensamiento complejo.
Componente teórico	Vinculación Aprendizaje a lo largo de la vida	— Interdisciplinariedad Microcredenciales — Razonamiento complejo — Colaboración	Proporciona un enfoque educativo que fomenta el pensamiento complejo, mediante la integración de teorías educativas para las competencias críticas, a la hora de abordar problemas complejos de forma continua.
Componente político	Estrategias Evaluación Infraestructura	— Centros o grupos de investigación — Formación de docentes — Espacios colaborativos — Herramientas de evaluación formativa	Fomenta la colaboración, la evaluación formativa efectiva y enfoques educativos que se centran en el desarrollo de habilidades avanzadas, la innovación y la adaptabilidad a la transformación digital.
Proceso educativo	Perfil de graduados Necesidades para carreras y vidas personales	— Tipos de programas — Modalidades educativas — Tecnologías emergentes	Aborda y fomenta la comprensión de la complejidad en la educación y la sociedad, promoviendo el pensamiento crítico, la adaptación y la conexión con el mundo real, impactando en la industria al satisfacer sus necesidades.

En este modelo educativo, cada componente se centra en el desarrollo de habilidades de pensamiento complejo (tabla 2.3.2). El objetivo fundamental es formar profesionales altamente competentes, capaces de generar contribuciones significativas a la sociedad, preparándolos para afrontar desafíos reales en sus respectivas disciplinas. Este enfoque educativo se basa en investigaciones que destacan la importancia del pensamiento crítico y de las habilidades para resolver problemas en un mundo en constante cambio.

Los elementos encontrados en este análisis comparativo fueron de utilidad para identificar los principales componentes de un modelo educativo orientado hacia el desarrollo del pensamiento complejo. Una vez determinados estos componentes, desde un punto de vista documental, se procedió a realizar un trabajo de campo en el que se pudieran identificar estos u otros elementos relevantes, para conocer cómo se realizan buenas prácticas que ayuden a nutrir el modelo educativo que se propone en este proyecto.

2.4. Interacción con buenas prácticas en instituciones educativas



El aprendizaje es un proceso complejo y dinámico que requiere que el estudiantado desarrolle habilidades de pensamiento crítico y creativo. Una estrategia que ha demostrado ser efectiva para fomentar un aprendizaje profundo y significativo es el pensamiento complejo. Esta forma de pensamiento se basa en comprender los problemas y conceptos desde múltiples perspectivas, considerando las interconexiones y las relaciones entre diferentes elementos. A través del pensamiento complejo, se pueden abordar los desafíos académicos de manera más integral y encontrar soluciones más creativas e innovadoras. En este sentido, en este apartado se buscó explorar las experiencias de estudiantes que han aplicado el pensamiento complejo como una estrategia para su aprendizaje para encontrar buenas prácticas que puedan fortalecer la propuesta del modelo.



2.4.1. Análisis de prácticas educativas para la formación del pensamiento complejo

Con el fin de analizar prácticas educativas en el desarrollo de pensamiento complejo en instituciones clave que emanaron del análisis comparativo, el Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos condujo estudios a través de estudios focales. Metodológicamente se abordó el trabajo de campo para recolectar información desde una perspectiva cualitativa (Benavides-Lara *et al.*, 2022), a través de grupos focales para estudiantes con una estructura de guion que recuperó cuatro aspectos sustantivos de un modelo educativo: 1) filosofía orientada hacia sus fines últimos, 2) teoría como ordenamiento interno, 3) política dirigida hacia la orientación práctica, y 4) procesos y práctica educativa (Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya, 2021), integrando un elemento adicional: 5) innovación y tecnología (figura 2.4.1).

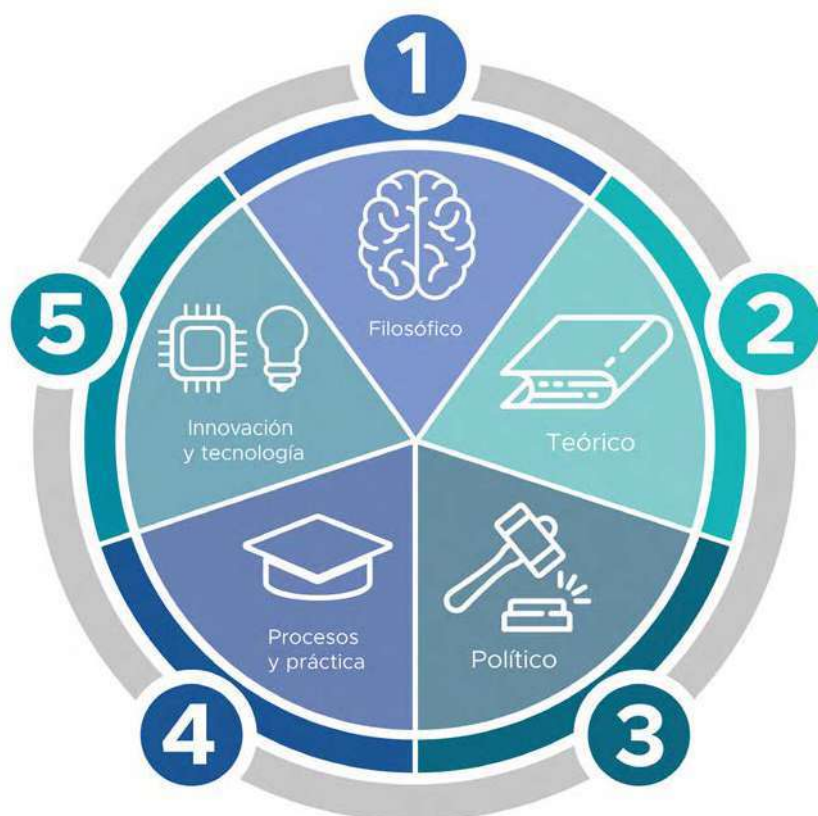


Figura 2.4.1. Exploración del pensamiento complejo en grupos focales de estudiantes.

En total participaron 83 estudiantes de tres universidades: 1) Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2) Tecnológico de Monterrey y 3) Universidad de Panamá, los programas de formación en los que están inscritos son: Psicología, Arquitectura, Arte Digital, Diseño Industrial, Biología, Comunicación, Negocios y Tecnología y Producción Musical, tal como se muestra en la tabla 2.4.2.

Tabla 2.4.2. Estudiantes que participaron en los grupos focales.

#	Universidad	Modalidad	Programa Académico	Cantidad de grupos focales	Cantidad total de estudiantes
1	Autónoma de San Luis Potosí University	Presencial	Psicología	1	15
2	Autónoma de San Luis Potosí University	Presencial	Psicopedagogía	1	13
3	Tec de Monterrey	Presencial	Arquitectura, Arte Digital, Diseño Industrial, Negocios y Tecnología y Producción Musical	1	10
4	Tec de Monterrey	Presencial	Arquitectura, Arte Digital, Diseño Industrial, Negocios y Tecnología y Producción Musical	1	8
5	Universidad de Panamá	Presencial	Biología	1	15
6	Universidad de Panamá	Presencial	Biología	1	15
7	Universidad de Panamá	Presencial	Biología	1	7

En los discursos y experiencias recuperadas de estudiantes que cursaban las licenciaturas en Psicopedagogía, Psicología y Diseño Industrial de las tres universidades, se analizó el contenido, destacando cómo el enfoque en el pensamiento complejo ha enriquecido su comprensión, habilidades de análisis y capacidad para abordar problemas de manera más efectiva, posibilitando la identificación de buenas prácticas:

- Análisis de problemáticas desde diversas perspectivas.
- Búsqueda de interrelaciones entre problemáticas.
- Identificación de problemas globales y su relación con aspectos científicos, políticos, económicos y sociales.
- Abordaje de las problemáticas desde una perspectiva más amplia.
- Búsqueda y desarrollo de soluciones integrales e innovadoras.
- Consideración de múltiples variables y perspectivas que muestran un abordaje holístico.

Estas experiencias muestran cómo el uso del pensamiento complejo puede enriquecer el aprendizaje del alumnado al fomentar una comprensión más profunda y holística de los problemas y conceptos. Al adoptar un enfoque más amplio e interconectado, se pueden desarrollar habilidades de análisis, síntesis y resolución de problemas, que son fundamentales para su éxito académico y su capacidad para hacer frente a los desafíos del mundo real.

2.4.2. Retos observados en el estudiantado para el desarrollo del pensamiento complejo

Estudiantes de la Universidad de Panamá, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y del Tecnológico de Monterrey que participaron en los grupos focales, compartieron experiencias de su trayectoria académica, respecto a las formas en que aprenden y realizan sus actividades (tareas), así como las estrategias que utilizan sus docentes para socializar el conocimiento. Del análisis de sus narraciones se observaron varios retos para desarrollar y aplicar el pensamiento complejo. Algunos de estos retos se incluyen en la tabla 2.4.2.1.

Tabla 2.4.2.1. Retos del pensamiento complejo: visión desde el estudiantado.

RETO 1	Abordar la simplificación En muchas ocasiones, los estudiantes se encuentran con la tendencia a simplificar los problemas y conceptos complejos para facilitar su comprensión. Sin embargo, el pensamiento complejo requiere ir más allá de las soluciones fáciles y explorar la multidimensionalidad de los temas. Superar esta tendencia a simplificar puede ser un desafío, ya que implica desarrollar habilidades para analizar y sintetizar información de manera más profunda.
RETO 2	Romper con la linealidad El pensamiento complejo se basa en comprender las relaciones no lineales entre diferentes variables y elementos. Sin embargo, el sistema educativo a menudo se centra en el aprendizaje lineal y en la solución de problemas estructurados. Los estudiantes pueden enfrentarse a dificultades para adaptarse a este cambio de paradigma y para comprender la naturaleza no lineal y dinámica de los problemas del mundo real.
RETO 3	Integrar diferentes perspectivas El pensamiento complejo implica considerar múltiples perspectivas y enfoques para abordar un problema. Sin embargo, los estudiantes pueden verse limitados por la enseñanza tradicional, que a menudo se enfoca en una única perspectiva o enfoque. Superar esta limitación implica desarrollar habilidades de empatía, apertura mental y disposición para explorar diferentes puntos de vista.
RETO 4	Lidiar con la incertidumbre El pensamiento complejo reconoce la presencia de la incertidumbre y la falta de respuestas claras en muchas situaciones. Los estudiantes pueden enfrentarse a dificultades para lidiar con esta incertidumbre y pueden sentirse incómodos al no contar con una solución única y definitiva. Desarrollar la capacidad de tolerar la incertidumbre y de explorar diferentes posibilidades es esencial para el pensamiento complejo.
RETO 5	Superar la fragmentación del conocimiento En ocasiones, los programas de estudio universitarios están organizados de manera fragmentada, con asignaturas y disciplinas separadas que no fomentan una visión integral del conocimiento. Los estudiantes pueden encontrarse con el desafío de integrar conceptos y conocimientos de diferentes áreas para desarrollar una comprensión más amplia y holística.

Afrontar estos retos requerirá un cambio en el enfoque educativo, promoviendo entornos que fomenten el pensamiento complejo y brindando al estudiantado oportunidades para explorar, cuestionar y reflexionar, desde múltiples perspectivas.

2.4.3. Buenas prácticas docentes

Con el objetivo de analizar buenas prácticas docentes que promovieran el desarrollo del pensamiento complejo en el estudiantado universitario, se hicieron entrevistas con personal docente comprometido con esta metodología. Estas entrevistas permitieron obtener una visión enriquecedora de las estrategias y enfoques que utilizan para cultivar el pensamiento complejo en el entorno educativo. A partir de estas conversaciones, se recuperaron valiosas recomendaciones y consejos para fomentar el pensamiento complejo en el aula y permitir abordar los desafíos académicos y del mundo real, con una mentalidad más holística y analítica.

En este sentido, a través de la aplicación de 11 entrevistas con personas expertas en la materia pertenecientes a la Universidad de Panamá, la Universidad de San Luis Potosí, el Tecnológico de Monterrey y el Centro de Ciencias de la Complejidad, se identificaron una serie de buenas prácticas docentes que han demostrado ser efectivas para estimular el pensamiento complejo en estudiantes universitarios. Estas prácticas, que abarcan desde la promoción de la interdisciplinariedad hasta el estímulo de la reflexión crítica y el trabajo colaborativo, se presentan como herramientas fundamentales para impulsar un aprendizaje profundo y significativo en el contexto universitario (tabla 2.4.3.1).

Al implementar estas buenas prácticas docentes, se fomenta el desarrollo del pensamiento complejo en el alumnado universitario, preparándolo para enfrentarse a los desafíos y las situaciones complejas del mundo real.

**Tabla 2.4.3.1. Promoción del pensamiento complejo:
buenas prácticas desde el profesorado.**



2.5. Resumen integrador del capítulo

En el capítulo 2 se aborda la forma en que el Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos ha desarrollado el proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo, mostrando los resultados de un *análisis comparativo* que identifica los principales componentes filosóficos, teóricos, políticos y procesos educativos del modelo, así como prácticas realizadas por docentes y estudiantes, en espacios educativos, con los principales retos observados hacia el logro del pensamiento complejo. Con esta delimitación, el siguiente capítulo aborda los cuatro componentes del modelo educativo para el pensamiento complejo, desde el filosófico, teórico, político y el proceso educativo que permitan llevar a plantear rutas de aprendizaje de manera innovadora para la formación del pensamiento complejo (figura 2.5.1).

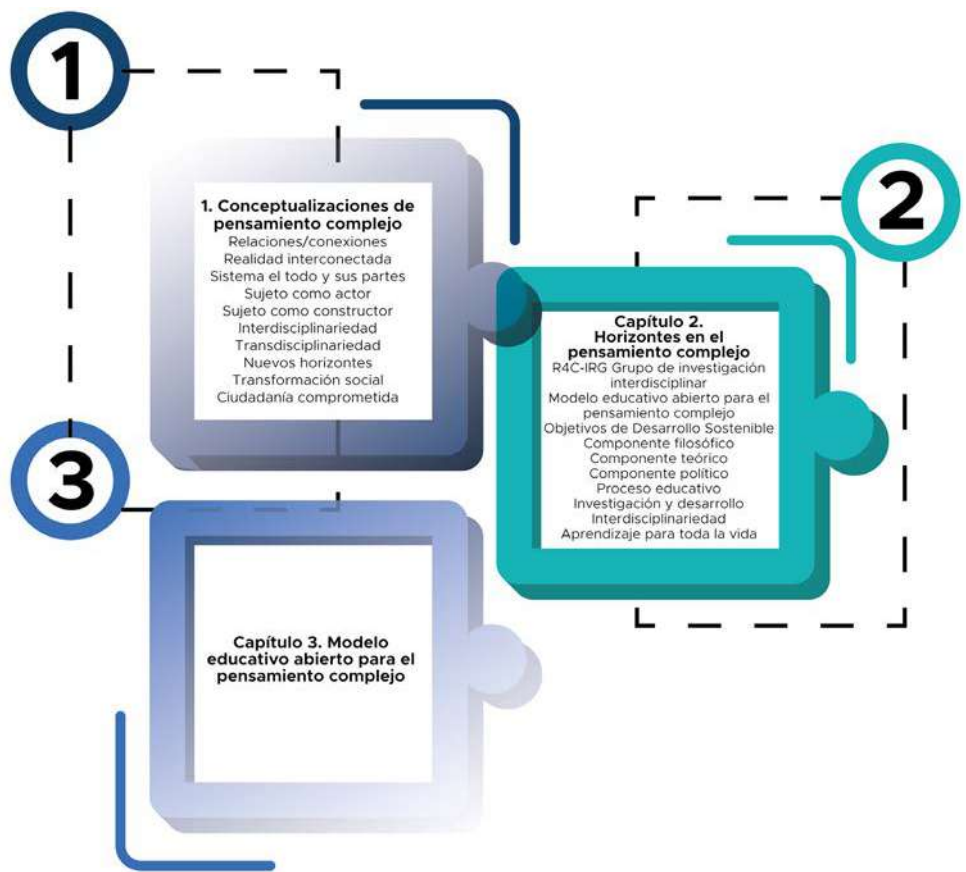


Figura 2.5.1. Resumen integrador del capítulo 2 y vinculación con el capítulo 3.

2.6. Referencias

- Benavides-Lara, M. A., Mansilla, M. P., De Agüero Servín, M., Mendiola, M. S. y Cazales, V. J. R. (2022). Los grupos focales como estrategia de investigación en educación: algunas lecciones desde su diseño, puesta en marcha, transcripción y moderación. *Revista CPU-e*, 34, 163-197.
- Carlos-Arroyo, M. y Portuguese-Castro, M. (2023). Appendix 1: Benchmark of ten universities and diagnosis. Technical report stage 1. *Project Open Educational Model for Complexity (OEM4C)*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/650885>
- Escudero-Nahón, A. y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). El modelo y sus marcos. En: Vicario, C. M., Huerta-Cuervo, R., Escudero-Nahón, A., Ramírez-Montoya, M. S., Espinosa-Díaz, Solórzano-Murillo, M. A. y Trejo-Parada, G. E. (eds.). *Modelo de continuidad de servicios educativos ante un contexto de emergencia y sus etapas de crisis* (pp. 19-29). CUDI-ANUIES. <https://hdl.handle.net/11285/637144>
- Hincapié Parejo, N. F., Orozco Carvajal, C. A. y Guzmán Rodríguez, J. S. (2022). La educación comparada en el contexto educativo de América Latina. *Revista Dialogus*, 6, 84-96. <https://doi.org/10.37594/dialogus.v1i6.400>
- Ramírez-Montoya, M. S. (2023). *OEM4C: Open Educational Model for Complexity. Project Open Educational Model for Complexity* (informe técnico). Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/650896>
- Ramírez-Montoya, M. S., Álvarez-Icaza, I., Sanabria-Zepeda, J. C., López-Caudana, E. O. Alonso, P. E. y Miranda, J. (2021). Scaling Complex Thinking for Everyone through Open Science: A Conceptual and Methodological Framework. En: *Proceedings of the 9th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2021)*. University of Barcelona. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/638023>
- Ramírez-Montoya, M. S., Glasserman Morales, L. D., Álvarez-Icaza, I., Sanabria Zepeda, J. C., Miranda Mendoza, J., Terashima-Marín, H., González Peña, O. I., Morales Menéndez, R., Molina, J. M., González Mendoza, M., Alonso Galicia, P. E., Vázquez Parra, J. C., López Caudana, E. O., Ponce Cruz, P., Burgos Aguilar, J. V., Suárez Brito, P., Lindín Soriano, C. y Hernández Gress, N. (2022a). R4C (Research for complexity)-Escalando el razonamiento complejo para todos. En: *52 Congreso de Investigación y Desarrollo*. Tecnológico de Monterrey. México. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/645228>

Unesco (2015a). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

Unesco (2015b). *Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf

Capítulo 3. Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo

Introducción



Los procesos formativos deben estar sustentados en una serie de normas que den una estructura para guiar los criterios y sentido de sus fines. Para ello, es menester especificar el fundamento de su enfoque pedagógico. Los modelos educativos proporcionan una representación simplificada y organizada de los componentes educativos para facilitar su comprensión. Un modelo esquematiza y simplifica una parte de la realidad, con signos, símbolos, formas geométricas o gráficas y palabras (Willet, 1992). Los modelos permiten visualizar algo complejo que no puede ser observado directamente, con el objetivo de ofrecer un patrón para ser hecho (Kühne, 2005). Los modelos nos ayudan a identificar los componentes y características más significativos de la organización del conocimiento y destacar los lazos dinámicos que los unen.



Construir un modelo educativo pasa por integrar la visión de los sujetos sociales que se encuentran en el ambiente: profesores, directivos, investigadores, estudiantes, padres de familia, funcionarios de las dependencias gubernamentales de educación y de la sociedad en general; ya que de los componentes y contenidos del modelo educativo se desprenden acciones que repercutirán, directa o indirectamente a corto, mediano o largo plazo, en otros elementos que forman parte del proceso educativo: métodos de enseñanza; relaciones interpersonales entre los actores de la comunidad académica y de la sociedad, recursos y materiales de apoyo, la función de la escuela en la sociedad y la misma visión del mundo que fomenta la sociedad a través de la institución educativa.

Con este panorama, ¿cuáles son los componentes que deben ser delimitados en un modelo educativo? Desde las ciencias de la educación se enuncia que, para que haya congruencia en un modelo educativo, se deben incorporar cuatro componentes esenciales (figura 3.1): filosófico, teórico, político y proceso educativo (Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya, 2021; Ramírez-Montoya, 2010).

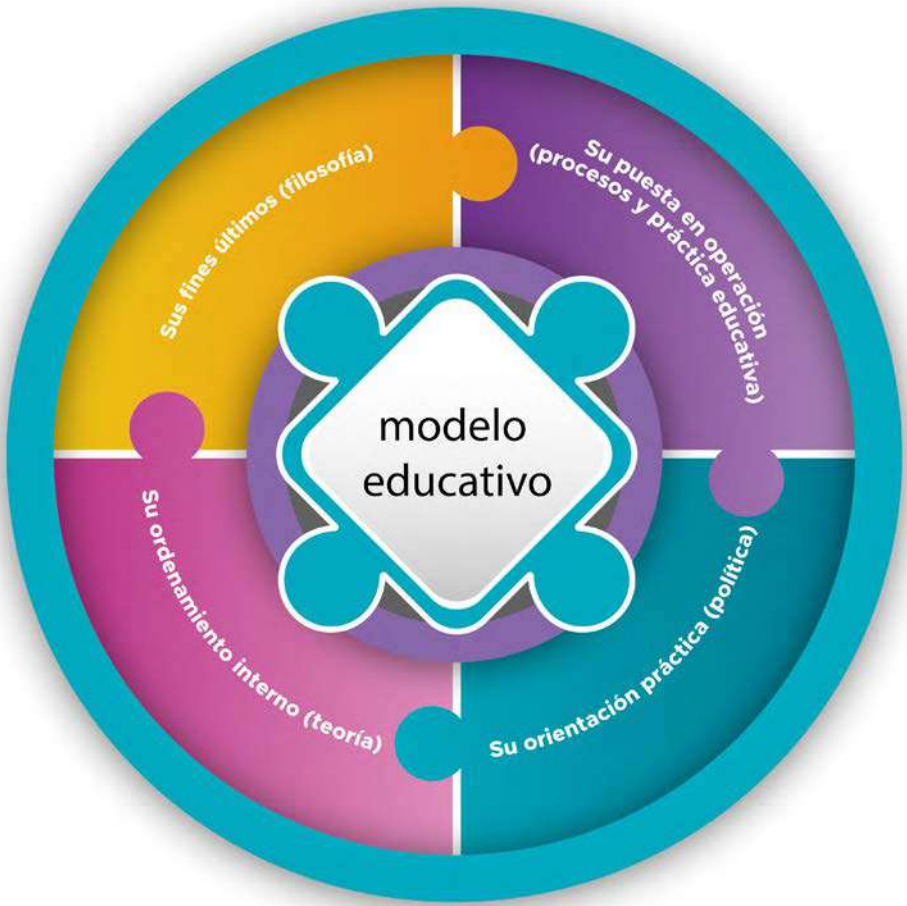


Figura 3.1. Componentes del modelo educativo
(basado en Escudero-Nahón y Ramírez-Montoya, 2021; Ramírez-Montoya, 2010).

Desde esta perspectiva, el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo esquematiza los cuatro componentes sustanciales en interrelación constante, integrando «lo abierto» del conocimiento. La educación abierta abarca el diseño, implementaciones, recursos y evaluaciones para las oportunidades de aprendizaje, con apertura visionaria, operativa y legal para mejorar la calidad de aprendizaje para los estudiantes (Stracke, 2019). Este modelo establece vínculos importantes con las concepciones del conocimiento complejo, interdisciplinar e intersectorial, educación y ciencia abierta para la democratización del conocimiento, la construcción social vinculada con los ODS y ecosistemas integradores y retadores para el aprendizaje a lo largo de la vida (figura 3.2).

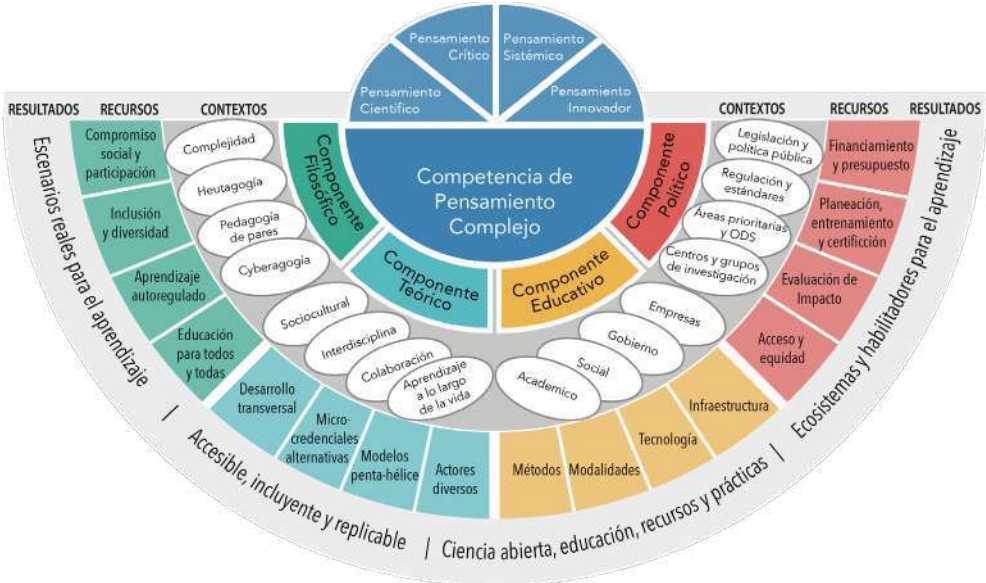


Figura 3.2. Modelo educativo abierto para el pensamiento complejo.

3.1. Componente filosófico



La cuestión de los fines o finalidades educativos es inherente y primordial a cualquier planteamiento educativo. El elemento filosófico viene a mostrar el ideal o el que debería ser el camino para conocer y comprender qué es verdaderamente la educación y cuáles son sus finalidades. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, los fines son el desarrollo de altas capacidades en las personas, desde sustentos de educación abierta, para contribuir a las necesidades locales y globales, como un ente transformador de nuevas posibilidades para la sociedad.



Para definir el trasfondo filosófico del *pensamiento complejo*, entendido como la capacidad de interconectar distintas dimensiones de lo real, nos acercaremos a las ideas que Morin (2020) nos brinda al respecto, aunque enfoca su eclosión en el siglo xx, hace un recorrido que inicia en oriente con el pensamiento chino y su fundamento en la relación dialógica (complementaria y antagónica) entre el ying y el yang y la fórmula que plantea Lao Tse en que la unión de los contrarios es lo que caracteriza la realidad. En Occidente, hace referencia a Heráclito cuando planteó la necesidad de asociar términos contradictorios para afirmar la verdad. En la edad clásica, Morin (1995) cita a Pascal, refiriéndolo como el pensador clave de la complejidad con su fórmula: «Siendo todo ayudado y ayudante, causado y causante, tengo por imposible conocer el todo sin conocer las partes y conocer las partes sin conocer el todo». Posteriormente, sigue la idea de Kant, representada en la evidencia de los límites y a Spinoza con la idea de la constante autoproducción del mundo. Un aporte que también considera importante son las ideas de Hegel y su análisis de la dialéctica. Y ya en tiempos más cercanos, contempla los aportes de Adorno, Horkheimer y Lucacs, quienes en su crítica a la razón acercaron más ideas de complejidad.

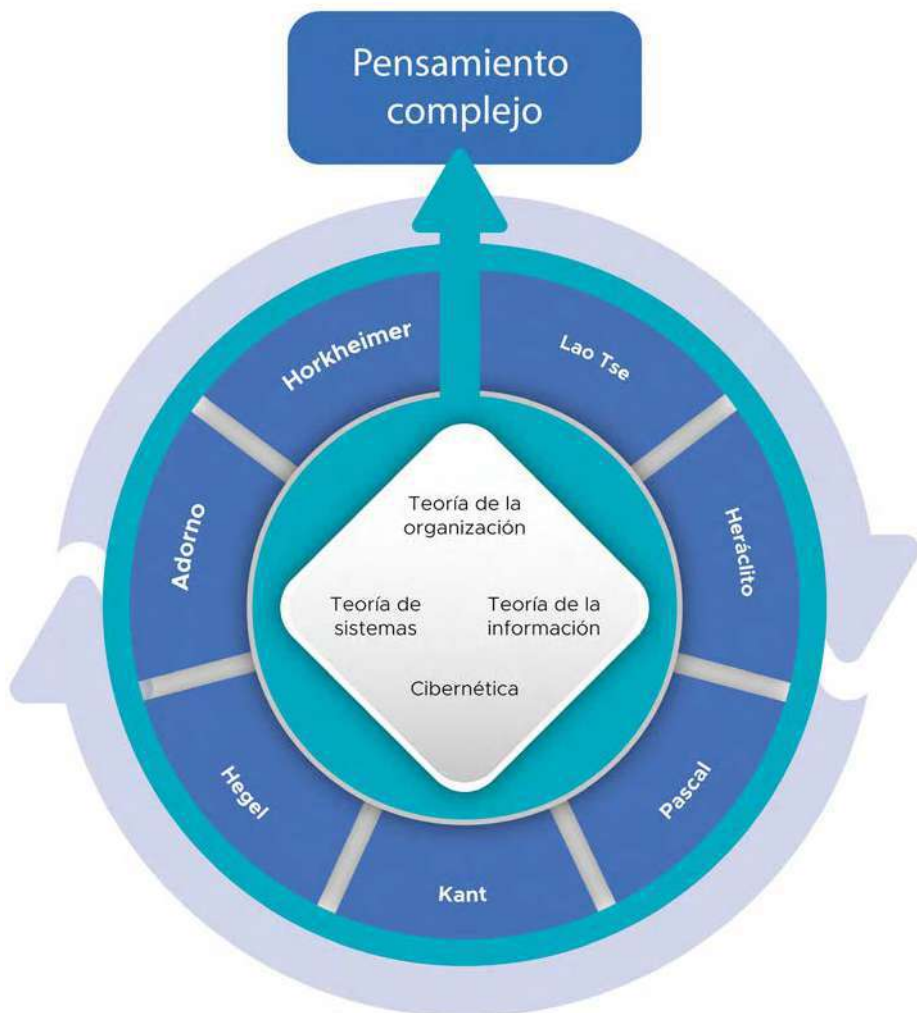
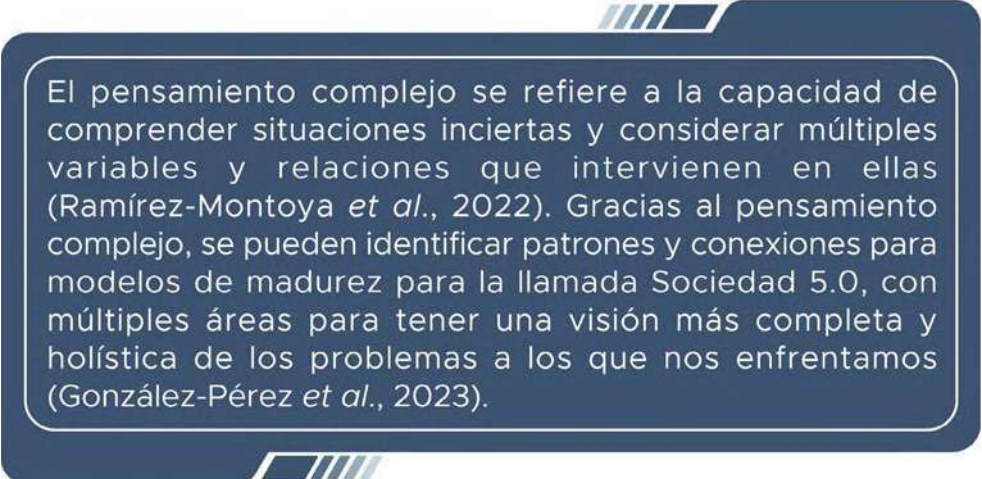


Figura 3.1.1. Fundamentos del pensamiento complejo (basados en Morin, 2010; 2020).

Ya centrados en el siglo xx, se conciben como clave dos revoluciones científicas para el desarrollo del pensamiento complejo. Morin (2010) considera que se comienza a cristalizar a partir de la primera revolución, que fue la que introdujo la incertidumbre con la termodinámica, la física cuántica y la cosmo-física. Esta revolución científica desencadenó las reflexiones epistemológicas de Popper, Kuhn, Holton, Lakatos y Feyerabend, que mostraron que la ciencia ya no era certeza, sino hipótesis, que una teoría probada nunca lo era definitivamente y seguía siendo falsable, que había lo

«no científico» en el seno de la científicidad misma, introduciendo, de esta manera, la indeterminación en una época de amplio dominio del determinismo, elaborando métodos propios para tratar las incertidumbres que encontraban.

La segunda revolución científica, más reciente, es la sistemática en las ciencias de la Tierra y la ecología, que es aquella que reúne disciplinas y restablece entre ellas un tejido común. Esta revolución comienza en la segunda parte del siglo xx, cuando las ciencias concibieron la Tierra como un sistema físico complejo que permitía articular diversas ciencias. En la misma época, la ecología se desarrollaba como conocimiento científico destinado a unir los datos y las informaciones procedentes de las diferentes disciplinas físicas y biológicas. A partir de los años setenta, la concepción ecológica se ampliará al conjunto de la biosfera, con la introducción en el ecosistema los conocimientos surgidos de las ciencias humanas (figura 3.1.1).



El pensamiento complejo se refiere a la capacidad de comprender situaciones inciertas y considerar múltiples variables y relaciones que intervienen en ellas (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022). Gracias al pensamiento complejo, se pueden identificar patrones y conexiones para modelos de madurez para la llamada Sociedad 5.0, con múltiples áreas para tener una visión más completa y holística de los problemas a los que nos enfrentamos (González-Pérez *et al.*, 2023).

Aunque en su origen la complejidad pudiera ser entendida como una forma filosófica de interpretar la realidad, su propia naturaleza crítica ha permitido comenzar a superar las barreras del pensamiento y trasladarse al área científica y a la implementación en la vida cotidiana. Según Morin (2010), aún hoy existe la ilusión de que la complejidad es un problema filosófico y no científico. En cierto sentido es verdadero y en cierto sentido es falso. Es verdadero cuando uno se sitúa en el punto de vista de un objeto aislado y fragmentado, el hecho de que alguien aisle y fragmente el objeto hace que la complejidad ya no exista, por lo

que no es un problema científico, desde el punto de vista de una disciplina cerrada y de un objeto descontextualizado. Pero, desde que se comienzan a religar estos objetos aislados, y a articularlos en las perspectivas de la realidad en estratos y niveles de relación, nos encontramos ante el problema de la complejidad, este punto de encuentro de conectividad ontológica con un enfoque de perspectiva multidimensional posibilita, pensar en un proceso de cambio de paradigma.

Este nuevo posicionamiento y nueva óptica permitirá el desarrollo de un pensamiento del contexto y de lo complejo que permite conectar las partes, reemplazando la causalidad unilineal por el conocimiento de la integración de las partes en un todo, reconociendo la integración del todo dentro de las partes, de esta manera el pensamiento articulará la explicación con la comprensión. Dice Morin (2008) que explicar es solo reconocer al objeto de estudio solo como objeto y el conocimiento que es comprensivo se fundamenta en la comunicación y la empatía, desde allí seremos capaces de establecer un proceso de identificación y de proyección de sujeto a sujeto. Esta perspectiva permitirá ampliar nuestra capacidad de análisis, entendiendo a los sujetos sociales como parte de una comunidad mayor, más que limitada por las fronteras políticas y empezar a tomar conciencia y a concebirnos como ciudadanos del mundo, como una comunidad de destino en el que todos los humanos estamos sometidos a las mismas amenazas y similares aventuras.

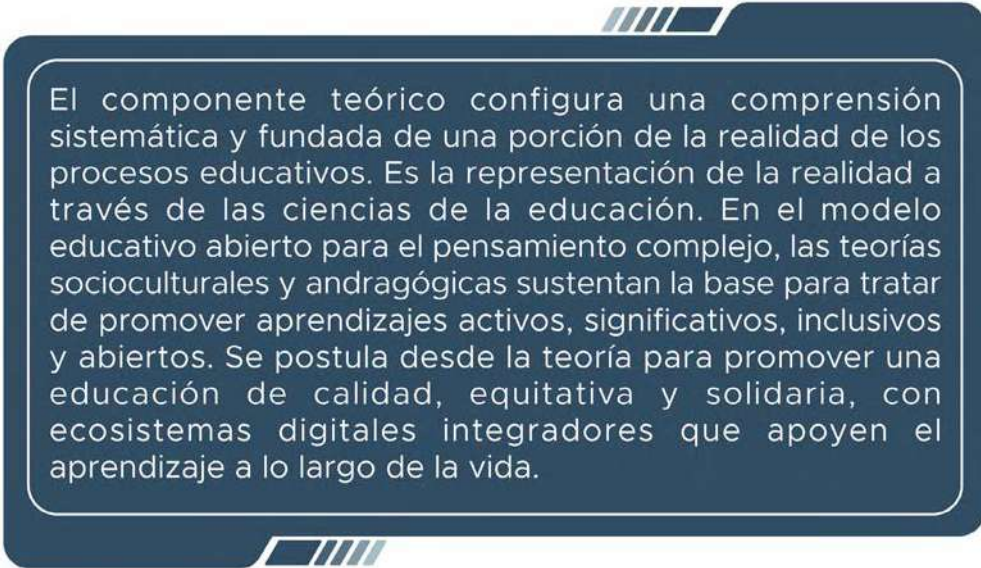


El componente filosófico del modelo educativo abierto se basa en las teorías de la complejidad y, desde ese ideal, se postula por la participación y el compromiso social, la inclusión y la diversidad, el aprendizaje autorregulado y la educación para todos. Buscando establecer el camino para desarrollar altas capacidades en las personas. Lo filosófico sustenta propósitos de escenarios reales para el aprendizaje, con instancias de educación abierta, para formar agentes de cambio que otorguen nuevas soluciones para la sociedad.



En este marco la educación debe transformarse en el eje vertebrador, que ayude a la búsqueda del desarrollo armónico del individuo como ente y como parte de un todo, de la mejor convivencia humana, y el desarrollo social y cultural entendidas como parte del mundo, así como la construcción de las condiciones para que esto sea posible, dando las herramientas que permitan visualizar con nuevos prismas el entramado de la sociedad.

3.2. Componente teórico



El componente teórico configura una comprensión sistemática y fundada de una porción de la realidad de los procesos educativos. Es la representación de la realidad a través de las ciencias de la educación. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, las teorías socioculturales y andragógicas sustentan la base para tratar de promover aprendizajes activos, significativos, inclusivos y abiertos. Se postula desde la teoría para promover una educación de calidad, equitativa y solidaria, con ecosistemas digitales integradores que apoyen el aprendizaje a lo largo de la vida.

Para lograr la capacidad de distinguir el entramado de la realidad con las fuerzas internas y externas que la conforman, es necesario refundar una nueva manera de observar. Es posible hacer un intento por cambiar la perspectiva unilineal, unidimensional de nuestra perspectiva. Para ajustarse a esta realidad, insistimos en la necesidad de la reforma del pensamiento, para lo cual Morin (1995) propone algunas bases en las que debería sustentarse la posibilidad de comenzar a visualizar un mundo que permita a los seres humanos romper con sus límites personales de acción y comenzar a actuar como parte de un todo con responsabilidad y compromiso humano hacia la construcción de una nueva ciudadanía. Esta reforma del pensamiento propuesta por Morin (1995) se fundamentaría en diversos principios (figura 3.2.1).

• **El principio de autonomía / dependencia (auto-eco-organización):**

Significa que los seres humanos se autoproducen al establecer relaciones entre todos sus componentes para formar esquemas periódicos como sistema complejo adaptable, es decir, desarrollan su autonomía dependiendo de su cultura y para las sociedades que se desarrollan dependiendo de su entorno geoecológico.

• **El principio dialógico:**

Permite asumir racionalmente la inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un mismo fenómeno complejo. De esta manera, rompe con la tendencia de reducir la realidad a una oposición (la muerte es una parte de la vida, y una no puede explicarse sin la otra); de esta manera se puede mantener la dualidad en el seno de la unidad.

• **El principio de recursividad organizacional:**

Cada momento es producido y a la vez productor. Un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquello que los produce. Los individuos producen la sociedad que, a su vez, produce y reproduce a los individuos.

• **El principio hologramático:**

Pone en evidencia la aparente paradoja de las organizaciones complejas en las que no solo la parte está en el todo, sino que el todo se inscribe en la parte. La sociedad como totalidad está presente al interior de nosotros mismos porque poseemos su lenguaje y su cultura, donde no se reduce el todo a las partes, ni las partes al todo, ni lo uno a lo múltiple, ni lo múltiple a lo uno, sino que concibe todas estas nociones de forma a la vez complementaria y antagonista.

• **El principio sistémico u organizacional:**

Es la distinción de entender a un conjunto en el que las partes están ligadas y relacionadas entre sí, y donde cada una de ellas tiene la capacidad de ser una generadora independiente cuya acción desencadena impactos e influye en las otras partes.

• **El principio de reintroducción del conociente en todo el conocimiento:**

Se basa en la necesidad de comprender que las formas en las que se adquiere el conocimiento están «condicionadas» por la percepción del observador desde sus prismas cognitivo y cultural. Conocer y pensar no es llegar a una verdad absoluta, sino que solo nos permite acercarnos a un diálogo con la incertidumbre.

• **El principio del círculo retroactivo:**

Sustenta los procesos de autorregulación de los sistemas. Es un proceso en el que los efectos al mismo tiempo son causantes e intercambiables dentro de la continuidad del proceso. Este fenómeno rompe con la causalidad lineal ya que la causa actúa sobre el efecto y el efecto es necesario para la generación de los estados iniciales: «...la causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa, como en un sistema de calefacción en el que el termostato regula el trabajo de la caldera...».

Cada uno de estos principios entrelazados serán fundamentales para ayudar a configurar una comprensión sistemática y fundada de la realidad de los procesos educativos insertos en la sociedad. Las nuevas formas de interpretaciones de esa realidad apoyarán para guiar decisiones y acciones hacia las nuevas definiciones de los fines de la educación con las visiones del futuro que se deseen alcanzar.

En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, el *qué* de la educación lo configuran las relaciones con el entorno, con los demás y consigo mismo, mientras que el *cómo* lo representan los métodos, los valores y lenguajes. El proceso educativo en sí es un ecosistema de relaciones que producen aprendizaje y como un aprendizaje de modos y maneras de relacionarse, con la intencionalidad de la convivencia y el desarrollo armónico de las relaciones humanas, la educación vendrá a ser la transformación de las personas concretas en sus tres centros de relación: relación consigo mismo; con otras personas; relación con lo que ambos les es externo.



El componente teórico del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo se sustenta en la teoría sociocultural, el aprendizaje activo, la interdisciplinariedad, la colaboración y el aprendizaje a lo largo de la vida. Estos fundamentos conceptuales dan luz a recursos para el desarrollo transversal, la participación de actores diversos, la vinculación con la pentahélice (Gobierno, sociedad, empresa, académico, medioambiente) y oportunidades para credenciales alternativas. Se busca fundamentar ambientes de aprendizaje inclusivos, diversos y accesibles para todos.



Desde estos principios, Morin (2010) propone que la reforma del pensamiento no es programática, sino paradigmática, porque depende de una nueva forma de organizar la forma de pensar. Un pensamiento que sea capaz de romper con los esquemas reduccionistas de análisis y observar cómo perspectiva de conjunto de manera holística a la realidad puede favorecer el desarrollo de actitudes más solidarias y responsables posibilitando la construcción de un ciudadano cuyas acciones se lleven a cabo con compromiso social/global.

3.3. Componente político



El componente político fusiona las líneas filosóficas y teóricas para orientar los procesos en la realidad educativa. Se requieren métodos que ayuden a aprender para toda la vida y que estimulen aprendizajes significativos y comprometidos. UNESCO (2016, 2019, 2021) propone hacer frente a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), a reimaginar juntos nuestros futuros y crear un «nuevo contrato social» con el compromiso de gobernar la educación como un bien común, basado en los principios de apertura, equidad, cooperación, solidaridad y responsabilidad colectiva. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo se adhiere al nuevo contrato social y se postula políticamente por movilizar el pensamiento crítico, científico, sistémico e innovador, como medio para dar respuestas a los retos de los objetivos de desarrollo sostenible.



Ser casi protagonistas de la construcción de la complejidad que ha generado un mundo interconectado presenta algunos obstáculos para poder analizar de manera crítica la realidad y actuar en consecuencia. A los ojos de la postpandemia y a la luz de la aceptación de la vulnerabilidad humana y de la incertidumbre del futuro, teníamos la esperanza que «regresaríamos» a la cotidianidad con actitudes más solidarias, responsables y comprometidas con nosotros mismos, con «el otro» y con el medio.

La realidad nos ha mostrado que es poco lo que ha sucedido a ese respecto, aunque hay algunos esfuerzos de personas, grupos y organizaciones que han entendido su compromiso y obran en consecuencia, que, aunque valiosas, no quedan más que en proliferaciones dispersas comprometidas y responsables y aún no se observa la existencia de una participación ciudadana generalizada por el compromiso de un humanismo planetario.

Las nuevas tecnologías y la digitalización han posibilitado grandes avances en diversos escenarios, pero, a su vez, han demostrado el aumento de la inequidad social, la aparición de nuevas problemáticas éticas y legales, y además las amenazas constantes contra la coexistencia pacífica y la posibilidad del mantenimiento de los ecosistemas naturales a partir de la problemática climática. Las grandes brechas que se han abierto hacen necesaria entonces una participación protagonista solidaria y responsable entre las personas y con la naturaleza.

Para hacer frente a estas problemáticas extendidas por la ecúmene, y así como Morin (2008) nos invita a repensar la reforma y a reformar el pensamiento, también desde la Unesco (2016) se han generado algunas propuestas en la búsqueda de soluciones creativas, para ellos se han propuesto los ODS con una agenda ambiciosa y universal para el desarrollo sostenible, «de las personas, por las personas y para las personas» (figura 3.3.1). En especial, el ODS 4 enfocado a la educación, aboga por hacer que la enseñanza deje de ser una práctica individual para convertirse en una profesión colaborativa, que se abandone la educación basada en el adoctrinamiento y se dé más importancia al pensamiento crítico, la creatividad, la interactividad y la resolución de problemas mediante el debate.

Agenda 2023 para el desarrollo sostenible



Figura 3.3.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Unesco (basados en la Unesco, 2016).

La agenda pretende garantizar prosperidad y bienestar para todas las mujeres y todos los hombres mientras protege a nuestro planeta y fortalece los cimientos de la paz. Esta agenda con sus ODS plantea la necesidad de un cambio de paradigma que necesita las acciones de todas las personas de manera innovadora. La intención de la UNESCO de llevar a la práctica los ODS es hacerlo de forma interrelacionada para que, de esa manera, se potencien los enfoques integrales, las alianzas y los vínculos entre políticas y acciones para que sus efectos superen los ámbitos locales y se globalicen. La posibilidad de alcanzar la inclusión, la integración y la universalidad son la característica principal de esta propuesta a la que UNESCO intenta contribuir «a la edificación de la paz, a la erradicación de la pobreza, al desarrollo sostenible y al diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, la cultura, la comunicación y la información».

Las necesidades en educación son apremiantes si se pretende que las instituciones educativas sean las encargadas de la formación de seres humanos en su calidad de ciudadanía, comprometidas con una sociedad globalizada. La educación debe contribuir al desarrollo global partiendo de cada persona: cuerpo y mente, sensibilidad, sentido estético, responsabilidad, espiritualidad. Ayudar a observar el entramado complejo de la realidad que les permita adoptar un punto de vista amplio de las diversas fuerzas que actúan en los complejos contextos de la Tierra para que de esa manera obtengan un mayor número de elementos que sean útiles para tener una interpretación más acabada del mundo, entendiendo que mientras ellas construyen son construidas.



El componente político del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo da respuestas a la agenda política educativa global y a los objetivos planteados en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, a través de directrices para formar en pensamiento complejo con las subcompetencias de pensamiento crítico, sistémico, científico e innovador. Desde los contextos de legislación, regulación y estándares, centros y grupos de investigación, se plantean los lineamientos para operativizar las acciones que lleven a aportar en el presente y futuro de la educación. Aspectos clave son establecer directrices para asegurar planeaciones de impacto, con financiamiento que permita acciones de crecimiento en el acceso, la equidad y educación de calidad. Se pretende alcanzar ecosistemas y habilitadores para el aprendizaje a lo largo de la vida.



Por ello, en el ámbito educativo se hace necesaria a una plena participación social que involucre a docentes, personas de la gestión, familias de cada estudiante, estudiantes y comunidad en general, que lleven a la práctica instancias colaborativas de intervención, tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como en la búsqueda de soluciones de las problemáticas del entorno donde se ubican las instituciones educativas y la verificación con evaluaciones validadas del pensamiento complejo (Castillo-Martínez *et al.*, 2023). De igual forma, la vinculación con los sectores académicos, gubernamentales, sociales y empresariales establecen la oportunidad de responder colegiadamente a los objetivos en cocreación abierta. Hablamos de la posibilidad de la re-creación de comunidad, representado las instituciones educativas el centro multiplicador y amplificador de prácticas y acciones que ayuden a la conformación de sociedad que generen la nueva manera de pensar.

3.4. El proceso educativo



La orientación práctica del proceso educativo del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo postula impulsar prácticas de formación que generen valor para la sociedad, a través de movilizar lo que se considera una megacompetencia, la megacompetencia de pensamiento complejo, que es la capacidad de aplicar un pensamiento integrador que posibilite el análisis, síntesis y solución de problemas y el aprendizaje continuo a través del dominio de las habilidades cognitivas necesarias para utilizar el pensamiento científico, crítico, sistémico e innovador, acorde con los desafíos que demandan el contexto actual y futuro en el ejercicio de la profesión y en el compromiso como ciudadano con la transformación del entorno (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022; Tecnológico de Monterrey, 2019a).



3.4.1. ¿Hacia quién se dirige el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?

El modelo se dirige a personas de 17 años en adelante, cursando estudios de bachillerato, carrera técnica, educación superior, posgrado y/o que se ubiquen en el campo laboral. Con intereses para formarse en pensamiento de alto nivel y que busquen mejores posibilidades de formación, motivados hacia el aprendizaje a lo largo de la vida, con interés en mejorar sus habilidades de estudio y de trabajo, así como ser motores de transformación para una mejor sociedad (figura 3.4.1).

El modelo también va dirigido a los sectores académico, social, gubernamental y empresarial, interesados en promover programas flexibles de formación para el aprendizaje a lo largo de la vida, creando capacidades para la resolución de problemas, impulso de nuevas iniciativas y el aprendizaje a lo largo de la vida. Potenciales usuarios del modelo son los estudiantes como futuros

trabajadores, así como los trabajadores actuales, nuevo personal y recién egresados, emprendedores, tomadores de decisiones. Los profesores diseñando e implementando programas. Socios formadores como aliados para vincular aprendizajes, agentes formadores en los sectores gubernamentales que promueven el desarrollo de la educación, la ciencia y la tecnología.



Figura 3.4.1. Perfil de enfoque del modelo de pensamiento complejo.

3.4.2. ¿Cómo se plantea el proceso del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?

Acorde con los sustentos filosóficos, teóricos y políticos, el modelo de pensamiento complejo defiende movilizar planteamientos holísticos para abordar situaciones problemáticas o que requieren nuevas miradas en sus planteamientos, orientados a formar ciudadanos con compromiso social y que apliquen sus conocimientos para mejorar la sociedad, a través de instancias de Educación 5.0, tales como:

- Promover altas capacidades de pensamiento complejo que involucren el pensamiento crítico, científico, sistémico e innovador.

- Colocar en perspectiva situaciones reales y problemáticas vinculadas con los ODS y los bienes comunes de la sociedad.
- Fomentar el liderazgo hacia acciones orientadas a la transformación y mejora de la calidad de vida de las personas.
- Propiciar un proceso activo de construcción del conocimiento transformador y creativo.
- Integrar contenidos de frontera que tengan una estrecha relación con la realidad y que presenten diferentes puntos de vista.
- Promover el aprendizaje significativo mediante contenidos contextualizados con la realidad, que promuevan la reflexión y la acción de mejora.
- Movilizar recursos educativos abiertos para apoyar la formación y la cocreación.
- Implementar plataformas abiertas con tecnologías de vanguardia.
- Integrar estrategias que incentiven el desarrollo de altas capacidades.
- Evidenciar el aprendizaje con apertura de nuevos procesos, productos y servicios.
- Evaluar con instrumentaciones diversas y alternativas, con evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, que den cuenta del logro de los objetivos y promuevan la mejora.
- Dirigir autodiagnóstico inicial para que el participante pueda hacer la conexión con los aprendizajes nuevos y un autodiagnóstico final para que sea consciente de su progreso.
- Favorecer la construcción del aprendizaje social.
- Buscar impactar en los ámbitos educativos, sociales, económicos, tecnológicos y medioambiente.
- Formar con sentido de trascendencia como legado.

La educación 5.0 integra transformaciones digitales en los procesos formativos, con avances tecnológicos, métodos retadores y estrategias para potenciar altas capacidades en la formación, con el fin de generar conocimiento con innovación e investigación, que potencie ambientes digitales vinculados de manera muy cercana con el desarrollo sostenible. El proceso del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo integra las intenciones de formación, con los elementos de la Educación 5.0, donde se postula una base que incluye las competencias de pensamiento complejo, los métodos, tecnologías, infraestructura, con un enfoque de sostenibilidad (figura 3.4.2).

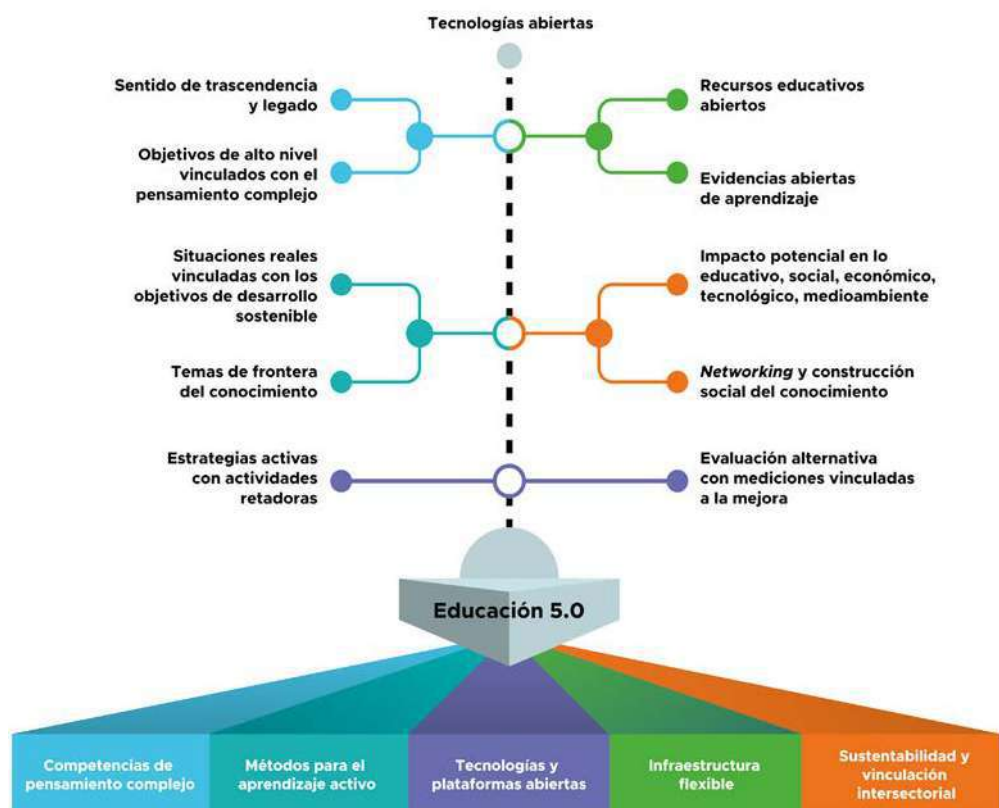


Figura 3.4.2. Proceso educativo del modelo de pensamiento complejo.

En este proceso educativo, el participante interactúa con *cuatro elementos clave* que conforman el ecosistema de aprendizaje para obtener su acreditación con credenciales alternativas (figura 3.4.3.):



Figura 3.4.3. Elementos clave del modelo para la acreditación con credenciales alternativas.

Conoce críticamente a través de su interacción con diferentes *recursos educativos abiertos* (REA) y con contenidos actuales, desde la frontera del conocimiento, vinculados con los temas estratégicos en los que se está formando, así como con situaciones retadoras de los ODS, con problemas cercanos a la realidad actual y que ponga en perspectiva diferentes puntos de vista. Los recursos educativos abiertos se presentan en diferentes formatos (figura 3.4.4), tales como:

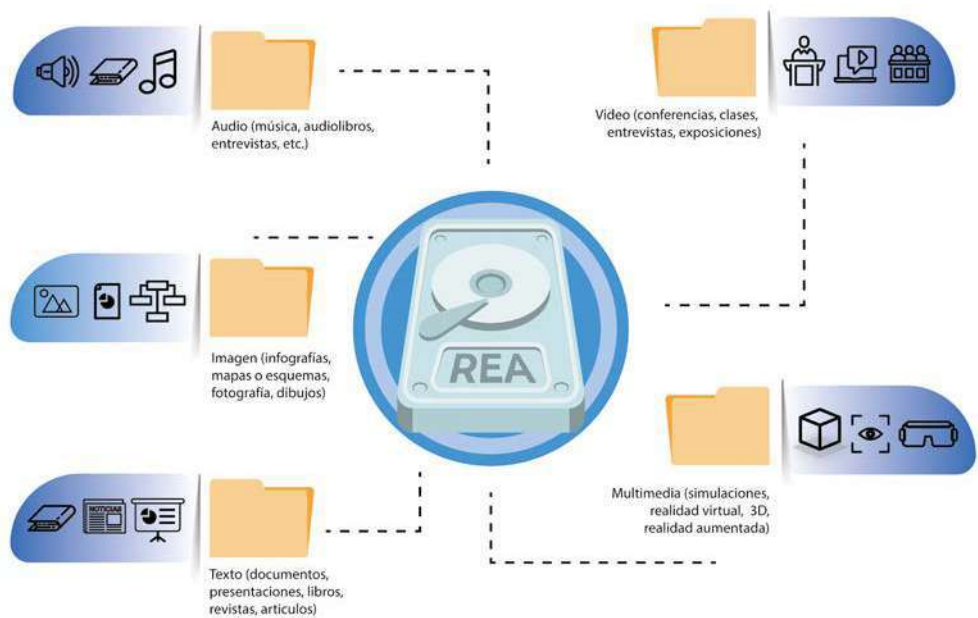


Figura 3.4.4. Recursos educativos abiertos (REA).

Cocrea sistemática y científicamente con actividades retadoras y problemáticas, donde el tema lleve a la búsqueda de contenidos científicos y a la organización de actividades para aplicar lo aprendido a través de la realización de diversas actividades de comprobación de aprendizaje y a la construcción social del conocimiento. La interacción con otros actores como el Gobierno, las empresas y la comunidad en general, a través de espacios físicos, o foros digitales de *networking*, donde se puede aprender unos de otros y apoyarse de forma voluntaria y solidaria. En la cocreación, contemplar las tendencias y la transformación digital pueden ayudar en la movilización de pensamientos sistemáticos y científicos, en el marco del ODS de una educación de calidad para el aprendizaje a lo largo de la vida (figura 3.4.5).

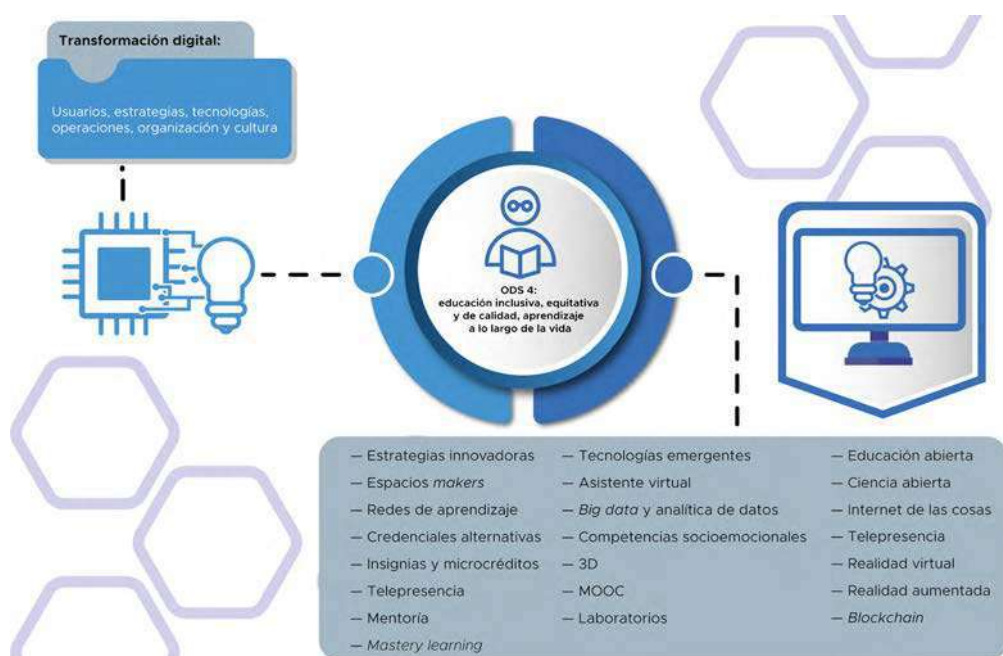


Figura 3.4.5. Tendencias y transformación digital en el marco del objetivo sostenible 4 (basado en Ramírez-Montoya, 2022).

Evidencia de manera innovadora para demostrar el conocimiento a través de presentar nuevos productos, servicios, procesos, conocimientos. Una evidencia es la demostración o prueba que hace patente un hecho. Ejemplos: reportes, programas, trabajo de arte, cartas de usuarios, grabaciones en video o multimedia, artículos, ponencias, infográficos, cartografías, casos, instrumentos (Ramírez-Montoya, 2017). ¿La clave? Evidencias vinculadas con el sector público, privado, social, cultural, académico y compartidas de manera abierta en repositorios institucionales, medios abiertos, redes académicas (figura 3.4.6).

Ubicar creativamente la evidencia de aprendizaje



Figura 3.4.6. Evidencias de aprendizaje (basado en Ramírez-Montoya, 2017).

Para valorar estas evidencias de aprendizaje, el medio es usar instrumentos o estrategias de evaluación alternativa, como rúbricas, listas de observación, análisis para la solución de los retos y estrategias como la autoevaluación, evaluación de pares (figura 3.4.7). También se pueden integrar exámenes automatizados que postulen la valoración de las capacidades de pensamiento complejo. Algunas posibilidades son:

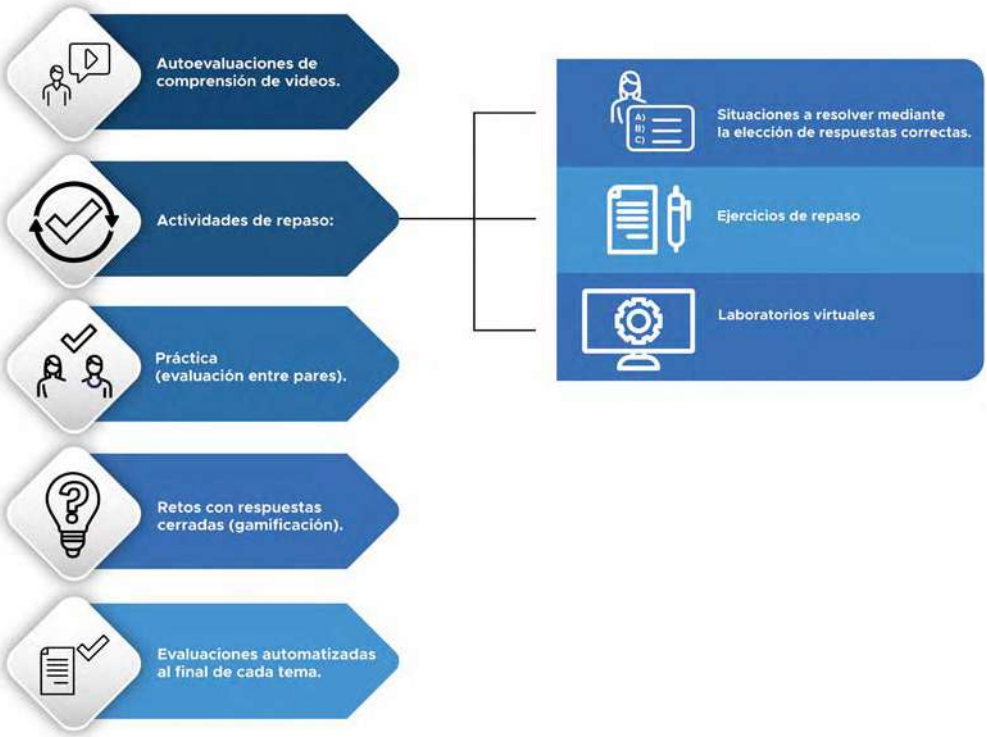


Figura 3.4.7. Evaluación alternativa.

El pensamiento complejo en sí requiere instrumentos y estrategias especiales para valorar las competencias (tabla 3.4.8). Algunos instrumentos validados que pueden utilizarse son los siguientes:

Tabla 3.4.8. Instrumentos para valorar el pensamiento complejo.

	Escala Likert e-Complexity. El objetivo es identificar cómo perciben los estudiantes universitarios sus niveles de dominio respecto a su competencia en razonamiento de la complejidad. Con el instrumento validado se analizan cuatro dominios cuantitativos: pensamiento crítico, sistémico, científico e innovador (Castillo-Martínez y Ramírez Montoya, 2022).
	Rúbrica e-Complex. El objetivo es valorar los productos de aprendizaje con respecto al desarrollo de pensamiento complejo logrado. Con el instrumento validado se analizan cuatro dominios cuantitativos: pensamiento crítico, sistémico, científico e innovador (Castillo-Martínez <i>et al.</i>, 2022).
	Escala Likert c-Think & Complex. El objetivo es identificar cómo perciben los estudiantes universitarios sus niveles de dominio respecto a su competencias de pensamiento computacional, vinculadas con las competencias de razonamiento complejo y competencias digitales. Con el instrumento validado se analizan tres dominios cuantitativos: pensamiento complejo, computacional y digital (Ramírez-Montoya y Tenorio, 2023).
	Focus group. El objetivo es conocer la percepción de los estudiantes universitarios sobre la competencia de razonamiento de complejidad y su opinión sobre las estrategias utilizadas por los profesores para promover esta competencia. Con el instrumento validado se analizan cinco dominios cualitativos: componentes filosófico, político, teórico, proceso educativo e innovador y tecnológico (Carlos-Arroyo <i>et al.</i>, 2023a).
	Entrevistas. El objetivo es identificar las estrategias implementadas por los profesores para favorecer el desarrollo del razonamiento de complejidad. Con el instrumento validado se analizan cinco dominios cualitativos: componentes filosófico, político, teórico, proceso educativo e innovador y tecnológico (Carlos-Arroyo <i>et al.</i>, 2023b).

Acredita con credenciales alternativas una vez que se ha completado y aprobada la ruta de aprendizaje para los objetivos planteados. Algunas opciones para la acreditación son:

- Aprobar el contenido del tema estratégico.
- Evidenciar el escalamiento del pensamiento complejo.
- Aportar soluciones para los ODS.
- Otorgar soluciones viables y pertinentes para el reto problematizador.
- Aprobar evaluaciones intermedias/finales y/o con instrumentos de evaluación alternativa.

El Observatorio de Innovación Educativa del Instituto para el Futuro de la Educación, del Tecnológico de Monterrey (2019a) contempla diversos tipos de credenciales alternativas, como acreditaciones para situaciones formativas (figura 3.4.9).

Tipos de credencialización alternativa

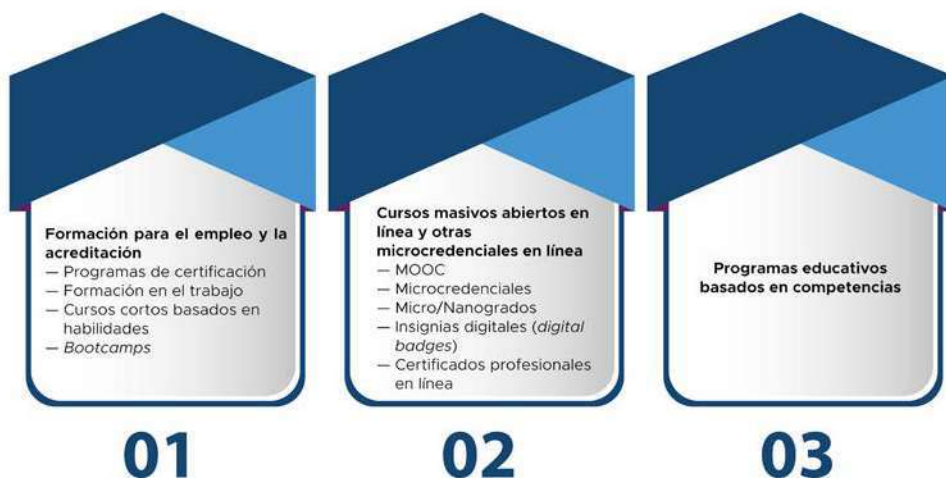
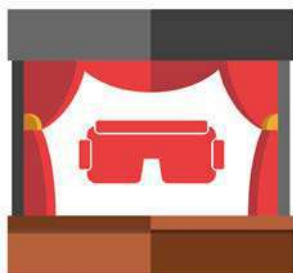


Figura 3.4.9. Credenciales alternativas (basado en Tecnológico de Monterrey, 2019a).

3.4.3. ¿Cuáles estrategias activas y tecnologías pueden integrarse en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?

Las posibilidades para integrar estrategias activas y retadoras son múltiples, con procesos de experimentación, investigación, colaboración, interpretación, generalización y aplicación. Igualmente, los avances tecnológicos apoyan en el modelo para poner en abierto la posibilidad del aprendizaje y la construcción social del conocimiento. Algunas de las posibilidades son las siguientes.



Aprendizaje basado en escenarios

El enfoque basado en escenarios presenta situaciones de la vida real o simuladas. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo esta estrategia hace énfasis en la aplicación práctica más las habilidades para resolver problemas. Se parte de definir el objetivo que quiere alcanzarse, se plantea la simulación, el caso, el juego de rol, el problema vinculado con ODS; se desarrolla la trama, se plantea la retroalimentación y la evaluación.



Aprendizaje basado en investigación

El aprendizaje basado en investigación tiene el propósito de conectar la investigación con la enseñanza, con el fin de construir a partir de técnicas de la investigación basada en métodos científicos y el uso de tecnologías para buscar información y trabajar críticamente con datos. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo esta estrategia parte de diseños de frontera de conocimiento, con la idea central de ubicar

a la investigación como algo inherente en el proceso formativo, buscando generar conocimiento que impacte a las diversas disciplinas del saber, al entorno o la comunidad donde se sitúa la experiencia formativa.

Aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos implica la participación activa para resolver una situación problemática, real y de vinculación con el entorno. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo esta estrategia plantea un desafío para aportar soluciones, desde una perspectiva multidisciplinar, colaborativa y práctica. El enfoque pide a cada participante que reflexione sobre su aprendizaje y el impacto de sus acciones, y que publique sus soluciones a una audiencia mundial.



Aprendizaje basado en juegos

La metodología de aprendizaje basado en juegos puede apoyar en el involucramiento de los participantes en su aprendizaje, de manera lúdica y motivante. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo esta estrategia se vincula con retos y situaciones problemáticas de un cierto nivel de dificultad y que representan un estímulo para el participante.



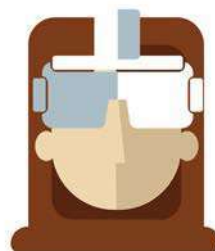
Realidad aumentada

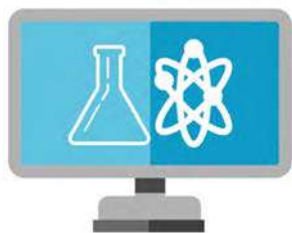
La realidad aumentada posibilita la superposición instantánea de objetos multimedia o tridimensionales generados virtualmente sobre imágenes del mundo real. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, se presenta con recursos de aprendizaje abiertos que ofrecen información relevante al participante sobre un objeto o un proceso. El tipo de recurso dependerá del contenido temático estratégico que se quiere trabajar en el espacio formativo.



Realidad virtual

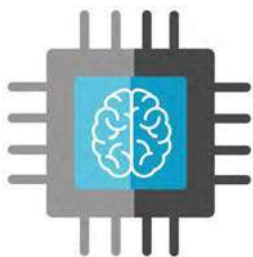
La realidad virtual ayuda en la interacción con un ambiente simulado por medio de la tecnología. En el modelo se puede promover la cocreación para desarrollar recursos de aprendizaje con contenidos relevantes y motivantes, vinculados con el tema estratégico y los ODS.





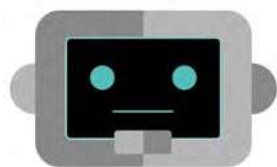
Laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales pueden apoyar en los ambientes de aprendizaje del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo a través de espacios electrónicos de trabajo concebidos para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías de información y comunicación.



Inteligencia artificial

La inteligencia artificial se asocia con la resolución de problemas y el reconocimiento de patrones. Los sistemas inteligentes se apoyan de grandes datos, bucles de retroalimentación, la aceptación y el control humano, el uso inteligente de los recursos básicos, los parámetros de rendimiento, la investigación interdisciplinar orientada a la misión y una visión holística de los sistemas que complemente la visión reductora analítica convencional como paradigma de investigación, especialmente para los problemas complejos.



Robótica

La robótica educativa, o robótica pedagógica, tiene como objetivo la concepción, creación e implementación de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos. En el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, la integración de objetos multimedia con un robot educativo es una posibilidad para impulsar los objetivos de aprendizaje. Entre los temas emergentes y en crecimiento, se encuentran el aprendizaje electrónico, los legos, seguidos de los robots inteligentes y sociales. En especial, la robótica social puede promover acciones reflexivas y creativas para escalar el pensamiento complejo, por medio de actividades problematizadoras.



Recursos educativos abiertos

Los recursos educativos abiertos (REA) son materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, con diversidad de formatos y soportes, de dominio público o protegidos por derechos de autor que han sido publicados con una licencia abierta que permite el acceso a ellos, así como su reutilización, reconversión, adaptación y

redistribución sin costo alguno por parte de terceros (UNESCO, 2019). El aprendizaje basado en REA se da a través del uso, producción, disseminación y movilización de estos materiales en los ambientes educativos, incluyendo los ambientes presenciales, a distancia, híbridos, educación formal, no formal e informal, así como el aprendizaje a lo largo de la vida.

3.4.4. ¿Cómo se integra «lo abierto» en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?

El movimiento educativo abierto crea oportunidades para la democratización del conocimiento. La apertura a partir de la producción, uso, difusión y movilización puede promover ecosistemas digitales enriquecidos no solo desde los materiales que pueden ser integrados en los ambientes de aprendizaje, sino desde la perspectiva variada de la interdisciplinariedad, lo que posibilita traer diferentes miradas ante un mismo fenómeno y abordar la complejidad de manera holística (figura 3.4.10).



Figura 3.4.10. REA para credenciales alternativas de pensamiento complejo.

3.4.5. ¿Cómo pueden ser rutas de aprendizaje en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?

Las rutas de aprendizaje en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo son flexibles y variadas. Dada la intersección de los componentes de lo filosófico, político y teórico, hay elementos esenciales que deben considerarse, fomentar pensamiento crítico, científico, sistémico e innovador a partir de situaciones reales y vinculadas con problemáticas actuales, como, por ejemplo, los ODS (figura 3.4.11).

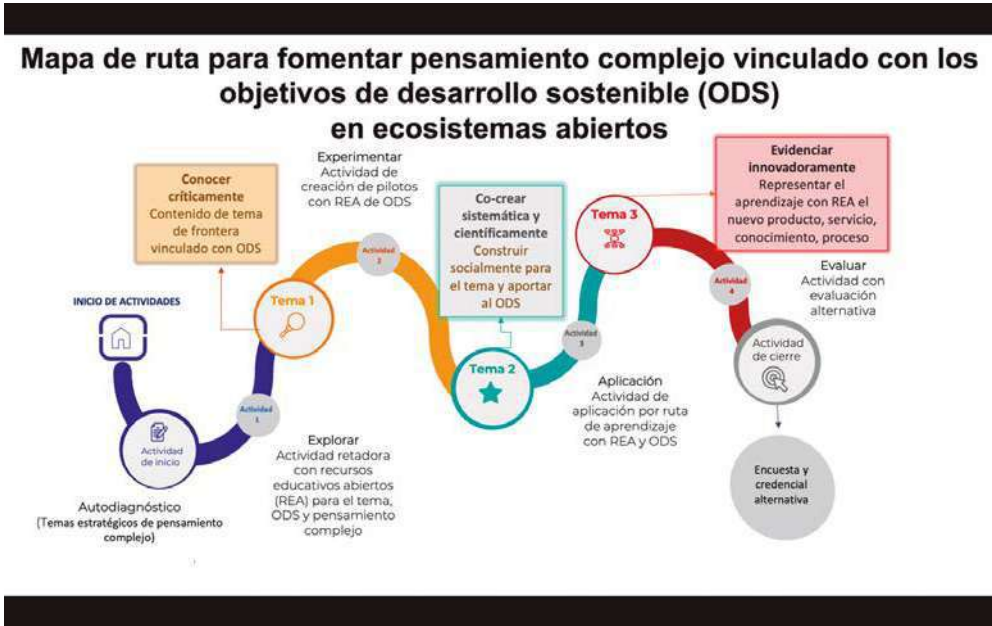


Figura 3.4.11. Rutas para fomentar pensamiento complejo con ODS y REA.

3.4.6. ¿Cómo iniciar diseños en el marco de los modelos educativos abiertos para el pensamiento complejo?

El proceso creativo en el diseño de ambientes de aprendizaje en el marco del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo pasa por el análisis crítico de los propósitos de la formación, del sentido de trascendencia que quiere lograrse a partir de la experiencia formativa que se va a plantear. La trascendencia es el fin último de lo que se puede lograr, con una visión de impacto a través de la puesta que se hace en una situación formativa. Hablar

de trascendencia nos lleva a pensar en el legado de formación que se puede dejar con la formación para ambientes complejos. Una esquematización de cómo iniciar el diseño de una experiencia formativa se presenta en la estructura del Canvas siguiente (figura 3.4.12).

Canvas de diseño en el marco del modelo de pensamiento complejo		Título de la experiencia formativa	Autor(es)
01 Objetivo de aprendizaje ¿Cuál es el aprendizaje estratégico que se quiere promover? ¿Qué se va a aprender críticamente? Describir el qué, cómo y para qué.	04 Componentes y contenidos en la frontera del conocimiento ¿Cuáles son los temas de frontera del conocimiento para el aprendizaje estratégico? Describir el tema central y si hay algunos complementarios.	06 Interacción y co-creación ¿Cómo es la vivencia del aprendizaje? ¿Qué hará el participante? ¿Cómo lo hará? ¿Cómo se fomentará el co-crear sistemática y científicamente? ¿Cómo se construirá socialmente para el tema y aportar al ODS? Listar pasos secuenciales de la ruta de aprendizaje.	08 Evidencia de aprendizaje ¿Cuál es la evidencia de aprendizaje? ¿Qué REA puede evidenciar el nuevo producto, servicio, conocimiento, proceso? ¿Cómo se evidencia en abierto el aprendizaje?
02 Competencia de pensamiento complejo ¿Cómo se promueven las cuatro subcompetencias en este diseño? • Pensamiento crítico • Pensamiento sistémico • Pensamiento científico • Pensamiento innovador	05 Estrategia activa y tecnologías ¿Cuál es la estrategia a utilizar en la experiencia (reto, problema, caso, rol, proyecto, gamificación)? ¿Cuál es el tipo de tecnología abierta que acompaña la experiencia (simulación, RV, RA, video 360°, robótica, IA, juego)?	07 Recursos Educativos Abiertos (REA) ¿Qué REA acompañan la experiencia formativa? • Videos • Multimedia • Audios • Textos • Infográficos • Plataformas • Otros ¿cuáles?	09 Instrumentos de evaluación ¿Qué instrumento evalúa el objetivo de aprendizaje? Algunas opciones para pensamiento complejo son: • Rúbrica eComplex (pensamiento complejo) • Instrumento eComplexity (Likert pensamiento complejo) • e-Think&Complex (Likert pensamiento computacional-complejo-digital) • Otro (especificar)
03 Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) y reto ¿A cuáles ODS impacta el diseño de esta experiencia formativa? ¿Cuál es el problema/reto actual y relevante?	10 Inclusión y diversidad ¿De qué forma se atiende la inclusión y la diversidad en este diseño?	11 Aprendizaje a lo largo de la vida ¿Cómo se está asegurando el aprendizaje a lo largo de la vida? ¿Qué sentido de trascendencia se está buscando? ¿Cuál es el legado en esta aprendizaje?	12 Riesgos potenciales ¿Qué riesgos se pueden tener durante la implementación? ¿Cómo pueden solventarse esos riesgos?

Figura 3.4.12. Canvas del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo.



El proceso educativo del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo moviliza prácticas de formación que generen valor para los diversos sectores (sociales, gubernamentales, empresariales, académicos). El motor principal es promover el escalamiento de la megacompetencia de pensamiento complejo, acompañando los escenarios educativos con los componentes de la educación 5.0, que integra infraestructura, tecnologías avanzadas, métodos innovadores y para diversas modalidades, tanto presenciales como a distancia y ambientes mixtos. La educación y la ciencia abierta constituyen entornos para la democratización del conocimiento, por el bien común de la sociedad.



3.5. Resumen integrador del capítulo

En el capítulo 3 se abordan los cuatro componentes del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, desde lo filosófico sustentado en la democratización del conocimiento y la ciencia abierta; el componente teórico basado en las teorías socioculturales y el aprendizaje activo; el componente político con la agenda UNESCO 2030 y los ODS, así como el proceso educativo con escenarios que incentivan las competencias de pensamiento complejo con ecosistemas integradores y retadores para el aprendizaje a lo largo de la vida. Se plantearon rutas de aprendizaje para incentivar experiencias que partieran de conocimientos de frontera, experimentación con interacción y construcción social, evaluación alternativa innovadora y ecosistemas abiertos. Con estas delimitaciones, el capítulo siguiente presenta escenarios que ponen en práctica el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo, incentivando diferentes ODS en la formación (figura 3.5.1).



Figura 3.5.1. Resumen integrador del capítulo 3 y vinculación con el capítulo 4.

3.6. Referencias

- Carlos-Arroyo, M., Ponce-Alfaro, B. y Medina-Vidal, A. (2023a). Appendix 6: Focus group instrument. Technical report stage 1. *Project Open Educational Model for Complexity (OEM4C)*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/650732>
- Carlos-Arroyo, M., Alfaro-Ponce, B. y Medina-Vidal, A. (2023b). Appendix 7: Interviews with teachers. Technical report stage 1. *Project Open Educational Model for Complexity (OEM4C)*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/650737>
- Castillo-Martínez, I. M. y Ramírez-Montoya, M. S. (2022). *Instrumento eComplexity: Medición de la percepción de estudiantes de educación superior acerca de su competencia de razonamiento para la complejidad*. <https://hdl.handle.net/11285/643622>
- Castillo-Martínez, I. M., Ramírez-Montoya, M. S. y Millán-Sánchez, A. (2022). *Rúbrica eComplex: instrumento de medición de los niveles de dominio de la competencia de razonamiento complejo para estudiantes universitarios*. <https://hdl.handle.net/11285/650169>
- Castillo-Martínez, I. M., Ramírez-Montoya, M. S., Glasserman-Morales, L. D. y Millán-Arellano, A. (2023). eComplex: validity and reliability of rubric for assessing reasoning for complexity competence. *Quality & Quantity*. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01697-6> <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/650956>
- Escudero-Nahón, A. y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). El modelo y sus marcos. En: C. M. Vicario, Huerta-Cuervo, R., Escudero-Nahón, A., Ramírez-Montoya, M. S., Espinosa-Díaz, Solórzano-Murillo, M. A. y Trejo-Parada, G. E. (eds.). *Modelo de continuidad de servicios educativos ante un contexto de emergencia y sus etapas de crisis* (pp. 19-29). CUDI-ANUIES. <https://hdl.handle.net/11285/637144>
- Kühne, T. (2005). What is a Model? *Dagstuhl Seminar Proceedings*.
- Morin, E. (1995). *El pensamiento complejo*. Gedisa.
- Morin, E. (2008). *La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Siglo XXI.
- Morin, E. (2010). *Pensar la complejidad. Crisis y metamorfosis*. Universidad de Valencia.
- Morin, E. (2020). *Cambiamos de vía: lecciones de la pandemia*. Paidós.
- Ramírez-Montoya, M. S. (2010). *Modelos de enseñanza y método de casos*. Trillas.
- Ramírez-Montoya, M. S. (2017). *Evidencias de aprendizaje para la vinculación* [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=a5V0e-3Xq18&feature=youtu.be>

- Ramírez-Montoya, M. S. (2022). *Estrategias de innovación para ambientes de aprendizaje. Innovación e investigación educativa*. Síntesis.
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Zepeda, J. C. y Miranda, J. (2022). Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation –A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Ramírez-Montoya, M. S. y Tenorio, G. C. (2023). *Escala Likert c-Think&Complex: Medición de la percepción competencias de competencias de pensamiento computacional, complejo y digital [c-Think&Complex Computational and complex thinking in the framework of digital competences]*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/651166> <https://hdl.handle.net/11285/651167>
- Stracke, C. M. (2019). Quality frameworks and learning design for open education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4213>
- Tecnológico de Monterrey (2019a). Razonamiento para la complejidad. En: *Competencias Transversales. Una visión desde el modelo educativo TEC21. Documento guía para el docente de educación superior* (pp. 62-76). Tecnológico de Monterrey.
- Tecnológico de Monterrey (2019b). *EduTrends Credenciales alternativas*. <https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2022/05/14.EduTrends-Credenciales-Alternativas-2019.pdf>
- UNESCO (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://es.unesco.org/sdgs>
- UNESCO (2019). *Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA)*. http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=49556&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- UNESCO (2021). *Los Futuros de la Educación. Aprender a convertirse*. Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375746>
- Willet, G. (1992). *La communication modelisée*. Editions du Renouveau Pédagogique.

Capítulo 4. Escenarios prácticos para escalar el pensamiento complejo con los objetivos de desarrollo sostenible

Introducción



En el futuro de la educación, el desafío principal de la sociedad radica en el desarrollo del pensamiento complejo como una respuesta a los problemas críticos que se enfrentan en la educación superior y el aprendizaje continuo. En este contexto, la adopción de prácticas a través de escenarios formativos se vuelve fundamental para acelerar el proceso de aprendizaje y establecer nuevas formas de análisis en un entorno social complejo.

El desarrollo del pensamiento complejo se revela como una herramienta esencial para abordar los desafíos actuales y futuros planteados por los ODS. A través de enfoques educativos y actividades interactivas, con escenarios formativos donde se empodere a las personas para comprender las interconexiones y dinámicas sistémicas que definen nuestro mundo. Al hacerlo, se generan soluciones más efectivas y sostenibles que promueven un futuro más equitativo, resiliente y sostenible (Pelletier *et al.*, 2023).

El Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos (Tecnológico de Monterrey, 2021), a través del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo, se ha enfocado en dos elementos clave: los ODS de las Naciones Unidas y la integración de la inteligencia artificial (IA), para crear escenarios educativos que promuevan el pensamiento complejo, donde cada estudiante se involucre en proyectos multidisciplinarios que potencien la comprensión e interconexión de los problemas globales y explorar soluciones innovadoras que

impulsen el desarrollo de competencias emprendedoras basadas en las subcompetencias del pensamiento crítico, científico, sistémico e innovador (figura 4.1).

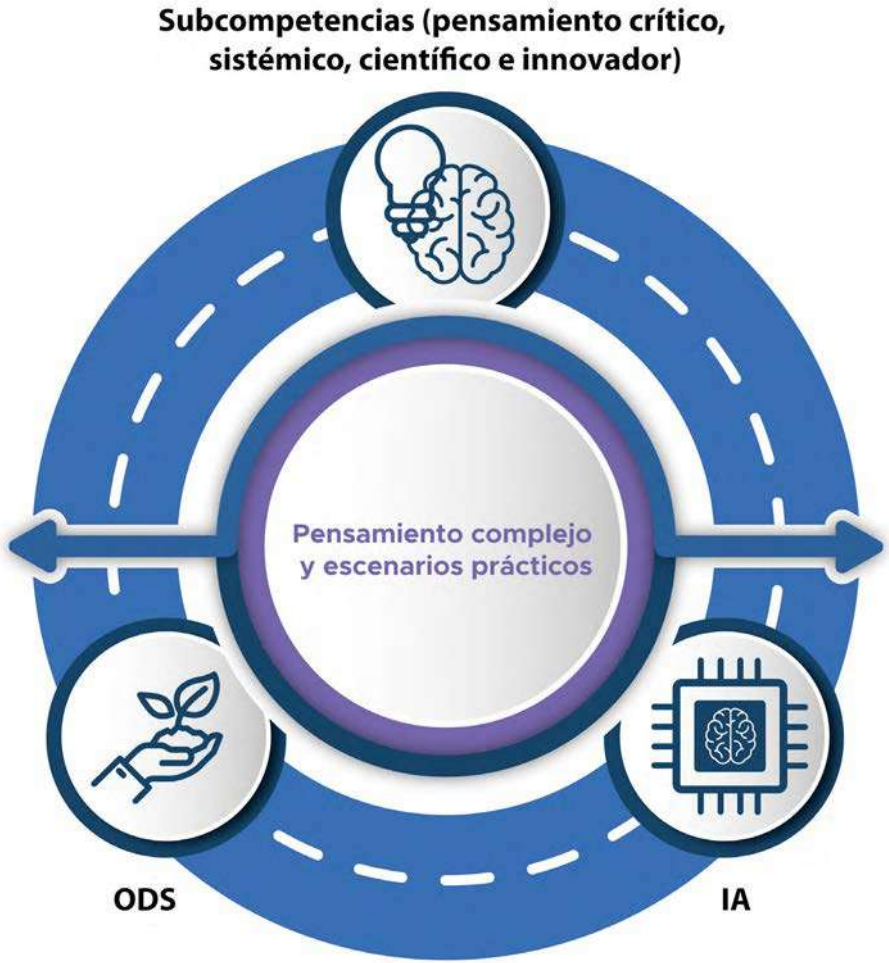


Figura 4.1. Escenarios formativos para impulsar el pensamiento complejo.

El pensamiento complejo permite abordar los problemas desde una perspectiva holística, considerando las interacciones y dinámicas sistémicas que los atraviesan (Morin, 1995). En este sentido, los ODS establecidos por las Naciones Unidas (UNESCO, 2015a) ofrecen un marco inspirador y orientador para la acción. En este contexto, el modelo educativo basado en pensamiento complejo adquiere un rol fundamental. Al promover el pensamiento crítico, la interconexión de ideas y la comprensión profunda de sistemas

complejos, este modelo busca educar a las futuras generaciones para abordar los problemas multidimensionales planteados por estos ODS (UNESCO, 2015a). Además, fomenta habilidades de colaboración y resolución de problemas, empoderando a cada estudiante para el diseño, construcción y puesta en práctica de soluciones innovadoras y sostenibles, en áreas clave como la gestión de recursos hídricos, la transición energética y la mitigación del cambio climático. De esta manera, el modelo educativo basado en pensamiento complejo contribuye activamente con la consecución de los objetivos establecidos en los ODS.

Los escenarios prácticos brindan una visión de cómo el desarrollo del pensamiento complejo puede desempeñar un papel fundamental en la consecución de los ODS. En un mundo donde los desafíos globales requieren soluciones efectivas y sostenibles, promover el pensamiento complejo se convierte en una herramienta esencial. Este enfoque permite abordar los problemas desde una perspectiva holística, considerando las interacciones y dinámicas sistémicas que subyacen a cada desafío. Es en este contexto que los ODS en el marco de la agenda 2030 (UNESCO, 2015b) actúan como un marco inspirador y orientador para la acción.

En este capítulo se presentan escenarios formativos que movilizan cuatro ODS, con el objetivo de impulsar el desarrollo del pensamiento complejo a través de desafíos cruciales para los ciudadanos del mundo actual. Cada escenario plantea un contexto particular en el que se requiere una comprensión profunda de las complejidades involucradas para lograr resultados significativos y sostenibles. El ODS 4 busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos, promoviendo oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida. El ODS 7 se centra en garantizar el acceso universal a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna, impulsando la adopción de fuentes de energía renovable y eficiencia energética. El ODS 10 apunta a reducir las desigualdades dentro y entre países, abordando las disparidades económicas, sociales y políticas, y empoderando a todos los individuos. Finalmente, el ODS 13 aborda la acción para combatir el cambio climático y sus impactos, mediante la implementación de medidas para adaptarse y mitigar sus efectos, garantizando la sostenibilidad ambiental a nivel global. Los ODS que se abordan en los escenarios formativos de este capítulo se seleccionaron por su potencial para promover el pensamiento complejo. Así, dichos escenarios buscan promover el desarrollo del pensamiento complejo en diversos ámbitos a través de la búsqueda de soluciones efectivas y sostenibles para los desafíos globales.

4.1. Escenarios vinculados con el ODS 7: Energía asequible y no contaminante



El ODS 7 se centra en garantizar el acceso universal a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna, impulsando la adopción de fuentes de energía renovable y eficiencia energética (UNESCO, 2015a). A través del escenario formativo «Salva el Planeta: Juego de Escape Digital», estudiantes de todos los niveles educativos son transportados a un mundo virtual amenazado por el cambio climático.



En el escenario «Salva el planeta: juego de escape digital», cada participante se sumerge en un mundo amenazado por el cambio climático. A través de retos relacionados con la energía solar, el cambio climático, la electromovilidad y el deshielo de glaciares, las personas participantes aplican habilidades de pensamiento complejo y computacional para encontrar soluciones innovadoras (Molina-Espinosa *et al.*, 2023). Más allá de la pantalla, este juego simboliza la necesidad de aplicar soluciones en el mundo real para abordar el cambio climático y lograr un futuro más sostenible. A medida que los jugadores avanzan en el juego, la IA sugiere retos y actividades de acuerdo con su progreso individual, garantizando que afronten desafíos adecuados a su nivel de habilidad.

Las actividades del escenario están diseñadas con fundamentos pedagógicos y estrategias didácticas que fomentan el pensamiento complejo y computacional donde los participantes se sumergen en retos que requieren aplicar sus conocimientos en un contexto práctico, promoviendo un aprendizaje activo (Gilmore y Goldberg, 2023) y significativo. Este escenario educativo se distingue por su capacidad para involucrar y motivar a los estudiantes a través de un enfoque lúdico y relevante, fomentando la adquisición de habilidades esenciales para abordar los desafíos ambientales y sociales del siglo XXI (figura 4.1.1).

Salva el planeta: juego de escape digital

Descripción de la actividad: "Salva el Planeta" ofrece a los jugadores una experiencia educativa envolvente y desafiante. El juego fomenta el pensamiento crítico y computacional en la resolución de problemas relacionados con el cambio climático. A través de retos, se espera que los jugadores se conviertan en agentes de cambio informados y motivados para enfrentar los desafíos del mundo real.

Competencias:

Pensamiento complejo y pensamiento computacional

Objetivos:

Objetivos de desarrollo sostenible: ODS 7 Energía asequible y no contaminante

Objetivo de aprendizaje: La persona participante proporcionará soluciones aplicando pensamiento complejo y computacional, por medio de juegos y retos desafiantes del cambio climático, con el fin de ser agente activo y comprometido con los desafíos actuales y futuros.



Estrategia: Aprendizaje basado en retos y aprendizaje basado en juegos

Inicio: Los estudiantes resuelven cuatro retos para salvar el planeta. El juego "Salva el Planeta" comienza con una introducción que sitúa a los jugadores en un mundo afectado por el cambio climático. Se presenta la premisa de que la actividad humana está en el corazón de este problema global y que se necesita acción inmediata. Los jugadores se encuentran atrapados en un entorno digital y se les presenta la misión de resolver cuatro desafiantes retos relacionados con el cambio climático: energía solar, cambio climático, electromovilidad y glaciares deritiéndose.

Desarrollo: El desarrollo del juego se centra en los retos, cada uno de los cuales se presenta como una sala virtual única. En el reto de energía solar, los jugadores deben investigar y diseñar un sistema de recolección de energía solar eficiente para una comunidad ficticia. En el desafío de cambio climático, exploran datos climáticos y patrones para comprender mejor su origen y efectos. La electromovilidad los desafía a planificar una red de transporte sostenible con vehículos eléctricos. Por último, en el reto de glaciares deritiéndose, los jugadores deben crear estrategias para enfrentar el deshielo y sus implicaciones. A medida que avanzan, los jugadores recopilan pistas y resuelven rompecabezas para desbloquear códigos cruciales para avanzar. Los jugadores deben aplicar sus conocimientos para encontrar soluciones innovadoras y aplicables al mundo real.

Cierre: Los jugadores obtienen el código necesario para "escapar" del mundo digital y completar la misión. A través de este código, simbólicamente desbloquean soluciones prácticas y estrategias que pueden aplicarse en la vida real para abordar el cambio climático.

Evaluación: La evaluación del juego se basa en múltiples factores, como la rapidez con la que se completaron los retos, la precisión de las soluciones propuestas y las estrategias utilizadas.

Evidencia de aprendizaje: Actividad en el juego resolviendo retos para obtener el código y lograr escapar.

Materiales: Acceso a Internet, equipo de cómputo o dispositivo móvil, acceso a la plataforma con el juego de escape digital

Figura 4.1.1. Escenario «Salva el planeta: juego de escape digital»
(basado en Molina-Espinosa *et al.*, 2023).

4.2. Escenarios vinculados con el ODS 10: Reducción de desigualdades

El ODS 10 apunta a reducir las desigualdades dentro y entre países, abordando las disparidades económicas, sociales y políticas, y empoderando a todos los individuos (UNESCO, 2015a). En ese sentido, «Emprendimiento educativo para la inclusión social» ofrece dinámicas colaborativas de trabajo en equipo donde los estudiantes de todos los niveles educativos se sumergen en la creación de propuestas de emprendimiento, con el propósito de abordar desigualdades y promover la inclusión social.

«Emprendimiento educativo para la inclusión social» plantea un escenario donde el pensamiento complejo se fusiona con el enfoque de *design thinking* (Brown y Katz, 2019). A través del trabajo en equipo colaborativo, se diseñan propuestas de emprendimiento educativo que aborden desigualdades y promuevan la inclusión social (López-Caudana *et al.*, 2023). Este enfoque creativo y holístico impulsa a cada participante a considerar la diversidad de personas y necesidades al diseñar soluciones educativas, contribuyendo, así, al ODS 10, de Reducción de desigualdades.

Esta actividad permite cultivar habilidades cognitivas y sociales, así como alinear los fundamentos del pensamiento holístico y creativo. Este escenario fomenta la consideración de la diversidad de perspectivas y necesidades al diseñar soluciones, impulsando la empatía y la conciencia social. En última instancia, esta propuesta busca nutrir a los estudiantes con herramientas para convertirse en agentes de cambio comprometidos con la construcción de una sociedad más justa e inclusiva a través de la educación emprendedora (figura 4.2.1).

Emprendimiento educativo para la inclusión social

Descripción de la actividad: "Emprendimiento Educativo para la Inclusión Social" es una experiencia de aprendizaje que busca desarrollar en los participantes la capacidad de idear propuestas de emprendimiento educativo con el propósito de contribuir a la reducción de desigualdades y promover la inclusión social. A través de la aplicación de la estrategia de design thinking y la colaboración en equipo, los participantes diseñarán un plan de emprendimiento educativo que enfatice la accesibilidad y la diversidad.

Competencias:

Pensamiento complejo y sus subcompetencias

Objetivos:

Objetivos de desarrollo sostenible: ODS 10 Reducción de desigualdades

Objetivo de aprendizaje: La persona participante diseñará una propuesta de emprendimiento educativo que tenga un impacto positivo en la inclusión social, aplicando pensamiento complejo, con el fin de ser agente comprometido con la diversidad de las personas y las necesidades.



Estrategia: Design thinking, un enfoque creativo y colaborativo para la resolución de problemas que se basa en la empatía, la generación de ideas y la iteración.

Inicio: Los participantes se familiarizarán con el concepto de emprendimiento educativo y sus componentes. Se introducirá el enfoque de design thinking como metodología clave para el desarrollo de la actividad.

Desarrollo: Los participantes trabajarán en equipos interdisciplinarios para idear una propuesta de emprendimiento educativo. Utilizando design thinking, identificarán desafíos relacionados con la inclusión social y generarán soluciones creativas. Diseñarán un CANVAS que represente su propuesta, considerando elementos de accesibilidad y diversidad.

Cierre: Los equipos presentarán sus propuestas de emprendimiento educativo ante el grupo. Se enfatizará la importancia de la inclusión en el diseño de soluciones educativas y se fomentará la reflexión sobre el impacto social de las propuestas presentadas.

Evaluación: La evaluación se basará en la calidad de las propuestas de emprendimiento educativo, la aplicación efectiva de pensamiento complejo y la consideración de la diversidad en las soluciones. Se utilizará un instrumento de evaluación que mida la capacidad de los participantes para abordar desigualdades a través del emprendimiento social, tecnológico y científico desde un enfoque de pensamiento complejo.

Evidencia de aprendizaje: Propuesta de emprendimiento educativo que presente características que promuevan la inclusión a través de la accesibilidad.

Materiales: Acceso a internet y dispositivos digitales durante la implementación de la experiencia

Figura 4.2.1. Escenario «Emprendimiento educativo para la inclusión social»
(basado en López-Caudana *et al.*, 2023)

4.3. Escenarios vinculados con el ODS 4: Educación de calidad



El ODS 4 busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos, promoviendo oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida (UNESCO, 2015a). El escenario «Integridad Académica y Pensamiento Complejo en Acción» amalgama la promoción de la integridad académica con el pensamiento complejo a través de un juego interactivo.



El escenario de «Integridad académica y pensamiento complejo en acción» fusiona el pensamiento complejo con la promoción de la integridad académica (Bertram Gallant, 2008). A través de un juego interactivo, las personas participantes exploran desafíos éticos y complejos en el ámbito académico (Patiño, 2023). La experiencia fomenta la reflexión y el diálogo sobre estrategias efectivas para abordar cuestiones éticas en la educación, contribuyendo, así, al ODS 4, Educación de Calidad.

Esta propuesta educativa tiene un enfoque holístico debido a su alineación con los valores de la ética académica. Al ofrecer a estudiantes de educación superior la oportunidad de explorar desafíos éticos y complejos en el contexto académico, la actividad fomenta la reflexión crítica y el diálogo constructivo sobre estrategias efectivas para abordar cuestiones éticas. La experiencia, a través de su enfoque en el pensamiento complejo, promueve una comprensión profunda y multidimensional de las situaciones, preparando a los estudiantes para enfrentarse a dilemas éticos con enfoques holísticos. Dirigido a estudiantes de todos los niveles educativos, pero con un enfoque particular en la educación superior, esta iniciativa contribuye al cumplimiento del ODS 4 al promover una educación de calidad que inculque valores éticos sólidos y habilidades de pensamiento crítico en los futuros líderes y profesionales (figura 4.3.1).

Integridad Académica y Pensamiento Complejo en Acción

Descripción de la actividad: La actividad ofrece un espacio interactivo de educación de calidad, para promover la reflexión y el diálogo en torno a la integridad académica y el pensamiento complejo. Mediante la utilización de un juego diseñado para abordar desafíos éticos y complejos en el ámbito académico, los participantes explorarán estrategias innovadoras para fomentar prácticas éticas y colaborativas en entornos educativos.

Competencias:

Pensamiento complejo e integridad académica

Objetivos:

Objetivos de desarrollo sostenible: ODS 4: Educación de Calidad

Objetivo de aprendizaje: La persona participante aplicará principios de la integridad académica y pensamiento complejo, a través de juegos y desafíos reales, con el fin de ser agente activo en la resolución de problemas con decisiones éticas.



Estrategia: Aprendizaje a través del juego, Aprendizaje basado en casos

Inicio: La actividad comenzará con una breve presentación sobre la importancia de la integridad académica y el pensamiento complejo en entornos educativos. Se introducirá el juego diseñado específicamente para la actividad.

Desarrollo: Los participantes experimentarán una sesión de juego interactiva donde se enfrentarán a desafíos éticos y complejos relacionados con la integridad académica. Trabajarán en equipo para resolver situaciones y tomar decisiones éticas. Durante el juego, se promoverá la reflexión y la discusión sobre las implicaciones de sus elecciones.

Cierre: La actividad culminará con una discusión grupal en la que los participantes compartirán sus experiencias y reflexiones sobre el juego y su impacto en la promoción de la integridad académica y el pensamiento complejo. Se explorarán nuevas ideas y estrategias para fomentar prácticas éticas en el ámbito académico.

Evaluación: La evaluación se basará en la participación activa de los asistentes en la sesión de juego, la calidad de sus contribuciones en la discusión grupal y su capacidad para relacionar las lecciones del juego con situaciones reales de integridad académica.

Evidencia de aprendizaje: Encuesta sobre cómo la actividad contribuyó al entendimiento de la integridad académica y el pensamiento complejo, así como su aplicabilidad en situaciones reales.

Materiales: Acceso a internet y dispositivos digitales durante la implementación de la experiencia

Figura 4.3.1. Escenario «Integridad académica y pensamiento complejo en acción»
(basado en Patiño, 2023)

4.4. Escenarios vinculados con el ODS 13: Acción por el clima



El ODS 13 aborda la acción para combatir el cambio climático y sus impactos, mediante la implementación de medidas para adaptarse y mitigar sus efectos, garantizando la sostenibilidad ambiental a nivel global (UNESCO, 2015a). Las actividades propuestas en el escenario «Aprendizaje Basado en Investigación y Pensamiento Complejo» se dirigen a estudiantes universitarios y adultos y buscan la escalabilidad de la competencia en pensamiento complejo y su alineación con la resolución de problemas locales.



«Aprendizaje basado en investigación y pensamiento complejo» presenta un escenario donde cada participante puede escalar su percepción de logro en pensamiento complejo a través de la investigación (Coffman, 2017) y la innovación social. La búsqueda de soluciones de manera grupal ayuda a identificar problemas locales, investigar, idear soluciones y presentar propuestas de emprendimiento social (Vazquez-Parra *et al.*, 2023). Esta actividad promueve la aplicación del pensamiento complejo en la búsqueda de soluciones a desafíos relacionados con el ODS 13, de Acción por el clima.

A través de la colaboración en grupos, los estudiantes de todas las disciplinas del conocimiento se embarcan en la identificación de desafíos locales, la investigación profunda, la generación de ideas innovadoras y la presentación de propuestas de emprendimiento social. El enfoque de esta actividad se dirige específicamente al ODS 13, ya que busca abordar desafíos climáticos mediante la acción concreta y la aplicación del pensamiento complejo. A través de este enfoque práctico y colaborativo, este escenario promueve actividades que preparan a los jóvenes para abordar los desafíos globales de manera efectiva y sostenible (figura 4.4.1).

ABI y pensamiento complejo

Descripción de la actividad: Los participantes se embarcarán en un viaje de aprendizaje basado en investigación para fortalecer su competencia en pensamiento complejo y sus subcompetencias. Utilizando una metodología validada, los participantes trabajarán en equipos para abordar problemas locales a través de la generación de propuestas de innovación social. El proceso se desarrollará en cuatro etapas: Identificación, Investigación, Ideación y Socialización, culminando en una presentación final que encapsulará la propuesta de emprendimiento social.

Competencias:

Pensamiento complejo y sus subcompetencias

Objetivos de desarrollo sostenible: ODS 13 Acción por el clima

Objetivo de aprendizaje: El estudiante podrá escalar su nivel de percepción de logro de la competencia de pensamiento complejo y sus subcompetencias por medio de una actividad de aprendizaje basado en investigación

Estrategia: Aprendizaje basado en investigación (ABI)



Inicio: Los estudiantes se integrarán en equipos y serán introducidos a la metodología SEL4C. Se aplicarán instrumentos para evaluar su percepción inicial de logro en pensamiento complejo y emprendimiento social.

Desarrollo: Los equipos seguirán la metodología SEL4C para identificar problemas locales, investigar, idear soluciones y socializar sus propuestas. Dos momentos de evaluación intermedia de la percepción de logro se llevarán a cabo durante el proceso.

Cierre: Los equipos presentarán sus propuestas de emprendimiento social en un *pitch* final, aplicando el pensamiento complejo para abordar los problemas identificados y demostrando su capacidad de innovación social.

Evaluación: La evaluación se basará en la calidad de las propuestas de emprendimiento social presentadas en el *pitch* final.

Evidencia de aprendizaje: *Pitch* final de la propuesta de emprendimiento social que demuestra la aplicación del pensamiento complejo en la solución de problemas sociales.

Materiales: Acceso a recursos en línea, herramientas de investigación, plataforma SEL4C, material de apoyo sobre pensamiento complejo y emprendimiento social

Figura 4.4.1. Escenario «ABI y pensamiento complejo»
(basado en Vazquez-Parra *et al.*, 2023).

4.5. Resumen integrador del capítulo

Este capítulo resalta la importancia del pensamiento complejo en diferentes contextos y la forma de impulsarlo con escenarios formativos vinculados con los ODS y con apoyo de la inteligencia artificial. El enfoque permite comprender los problemas desde una mirada multidimensional, considerando las interconexiones y dependencias entre diversas variables (Morin, 1995). Esta comprensión profunda resulta especialmente valiosa al abordar desafíos tan amplios como los planteados por los ODS (UNESCO, 2015a). El pensamiento complejo se convierte en una lente a través de la cual se pueden explorar soluciones más allá de los enfoques tradicionales y lineales. Los ODS 4, 7, 10 y 13 ocupan un lugar central en esta narrativa. Estos objetivos, que abordan la educación de calidad, la gestión sostenible del agua y la energía asequible, así como la lucha contra el cambio climático, representan pilares fundamentales para un mundo más justo y sostenible. En estos escenarios, el modelo educativo basado en pensamiento complejo emerge como una herramienta poderosa al promover el pensamiento crítico y la comprensión profunda de sistemas complejos. Desde este enfoque educativo se pretende formar a las futuras generaciones para enfrentarse a los problemas multidimensionales que estos ODS plantean.

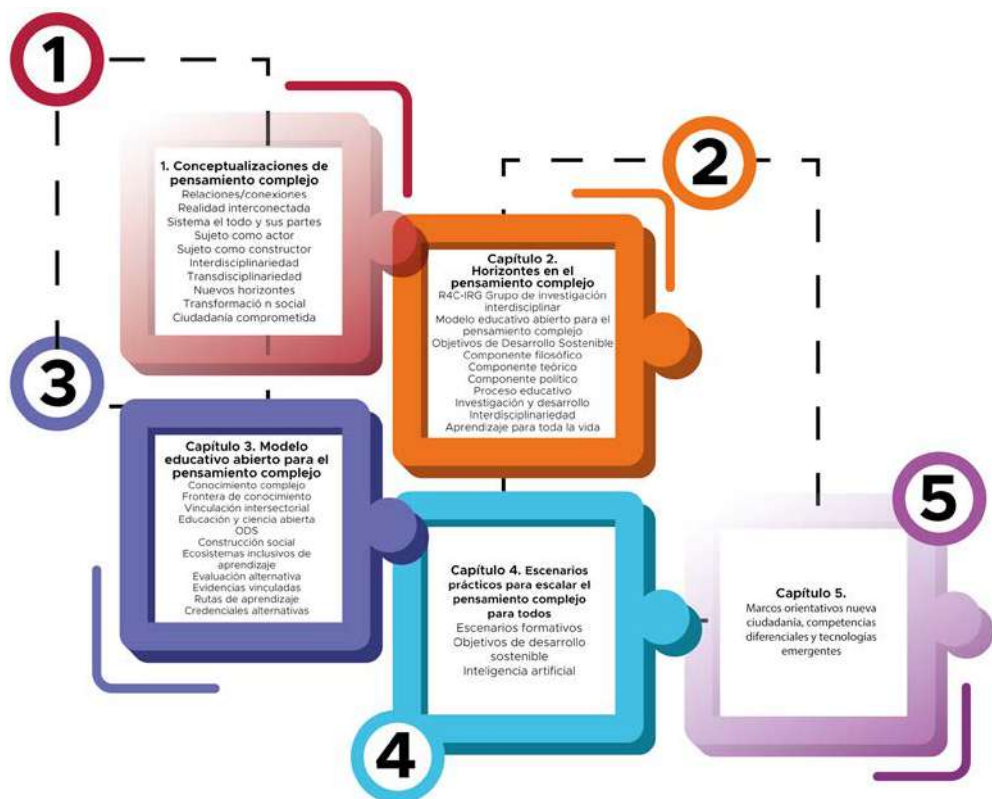


Figura 4.5.1. Resumen integrador del capítulo 4 y vinculación con el capítulo 5.

4.6. Referencias

- Bertram Gallant, T. (2008). *Academic integrity in the twenty-first century: a teaching and learning imperative*. Jossey-Bass.
- Brown, T. y Katz, B. (2019). *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation* (ed. revisada y ampliada). HarperBusiness, an imprint of Harper Collins Publishers.
- Coffman, T. (2017). *Inquiry-based learning: designing instruction to promote higher level thinking* (3.ª ed.). Rowman & Littlefield.
- Gilmore, B. y Goldberg, G. (2023). *Active learning: 40 teaching methods to engage students in every class and every subject, grades 6-12* (1.ª ed.). Corwin.
- López-Caudana, E. O, George-Reyes, C. E. y Patiño, A. (2023). *Emprendimiento Educativo para la Inclusión Social [Canvas]. Escenario educativo para fomentar el ODS 10 Reducción de desigualdades*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/651269>

- Molina-Espinosa, J. M., González-Padrón, J. G., Patiño, A., Mendoza-Urdiales, R., Arguelles, A. y Piñal-Ramírez, O. E. (2023). *Salva el planeta: juego de escape digital* [Canvas]. *Escenario educativo para fomentar el ODS 7 Energía asequible y no contaminante*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/651270>
- Morin, E. (1995). *El pensamiento complejo*. Gedisa.
- Patiño, A. (2023). *Integridad Académica y Pensamiento Complejo en Acción* [Canvas]. *Escenario educativo para fomentar el ODS 4 Educación de calidad*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/651271>
- Pelletier, K., Robert, J., Muscanell, N., McCormack, M. H., Reeves, J., Arbino, N., Grajek, S. y EDUCAUSE (2023). 2023 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition.
- Vazquez-Parra, J. C., López-Caudana, E. O. y Patiño, A. (2023). *ABI y Pensamiento Complejo* [Canvas]. *Escenario educativo para fomentar el ODS 13 Acción por el clima*. Tecnológico de Monterrey. <https://hdl.handle.net/11285/651272>
- Tecnológico de Monterrey (2021). *R4C-IRG-Grupo de investigación interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos*. Página web del grupo de investigación R4C-IRG. <https://tec.mx/en/r4c-irg> Institute for the Future of Education. Tecnológico de Monterrey.
- UNESCO (2015a). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- UNESCO (2015b). *Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1_compressed.pdf

Capítulo 5. Luces de investigación de pensamiento complejo para el futuro de la educación

Introducción



En un mundo en constante transformación, la educación se enfrenta a desafíos cada vez más relevantes. En este contexto, el desarrollo del pensamiento complejo se convierte en un enfoque fundamental para comprender la forma de afrontar los retos actuales. Para impulsar el futuro de la educación es necesario encontrar soluciones innovadoras y disruptivas con formas distintas de aproximación a los objetos de estudio. Por ello las luces que brinda la investigación permite explorar nuevas perspectivas que guíen el camino hacia el diseño de estrategias novedosas hacia los procesos formativos que requieren las nuevas generaciones.



Abordar el concepto de *competencia de pensamiento complejo* ha sido necesario para poder identificar el marco a partir del cual realizar propuestas de estrategias, para el diseño de un modelo educativo que permita su desarrollo. A partir de los hallazgos en la literatura, se pudo definir el concepto de *pensamiento complejo*, que se consideraba confuso en las investigaciones, así como declarar competencias diferenciales e identificar las estrategias para lograr desarrollarlas (Baena-Rojas *et al.*, 2023; Ramírez-Montoya *et al.*, 2022; Sanabria-Z. *et al.*, 2023; Vázquez-Parra *et al.*, 2022). Estos marcos orientativos permiten dirigir acciones que involucren desde una perspectiva holística diferentes disciplinas y tecnologías para continuar explorando nuevas maneras de contribuir con las personas para que desarrollen las habilidades presentes y del futuro.

La participación ciudadana es cada vez más relevante para la toma de decisiones en las prácticas sociales y en la conservación de los recursos naturales. La investigación generada a partir del

estudio del pensamiento complejo ha permitido que se brinden oportunidades a las personas de participar en la solución de problemas complejos a través de su colaboración en proyectos que involucran la investigación y el trabajo en equipos (Alfaro-Ponce *et al.*, 2023a; Sanabria-Z *et al.*, 2022a). También la presencia de un aliado importante es el avance tecnológico que permite potenciar el uso de herramientas para el desarrollo del pensamiento complejo. Experiencias de aprendizaje realizadas con realidad virtual inmersiva como el metaverso y el *machine learning* en estudios de género y emprendimiento social (Ibarra-Vazquez *et al.*, 2023a), entre otras, permiten vislumbrar nuevas prácticas educativas cada vez más innovadoras y disruptivas. El desarrollo de diversas investigaciones y en diferentes contextos permiten identificar orientaciones de las nuevas rutas que debe seguir la educación para formar una ciudadanía más comprometida con su entorno y su propia realidad.

En el presente capítulo, se exploran diversas luces de investigación que permitirán vislumbrar el futuro de la educación. En primer lugar, examinaremos los marcos orientativos que nos brindan herramientas conceptuales para comprender y abordar los desafíos educativos actuales y futuros. Nos adentraremos en el estudio de otras competencias diferenciales, destacando su relevancia en la formación de individuos preparados para afrontar la complejidad y los retos de nuestra sociedad en constante cambio. Posteriormente, abordamos el concepto de *nueva ciudadanía*, explorando cómo la apertura y el compromiso social se convierten en pilares fundamentales para una educación más inclusiva y orientada al bien común. Por último, abordaremos las dimensiones paralelas que impactan en la educación, como las tecnologías emergentes y el metaverso, analizando su influencia en la forma en la que aprendemos y nos relacionamos con el conocimiento (figura 5.1). A través de estas exploraciones, esperamos aportar perspectivas enriquecedoras y provocadoras que inspiren nuevas direcciones e investigaciones en el ámbito educativo.

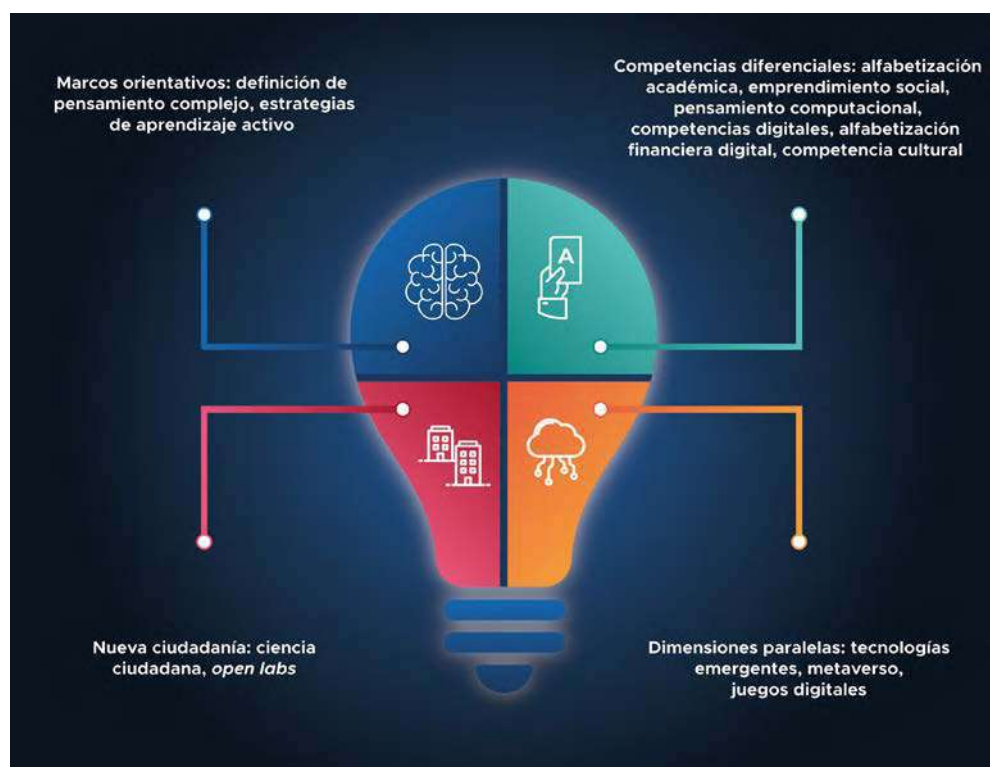


Figura 5.1. Luces de la investigación en el marco del pensamiento complejo.

5.1. Marcos orientativos



El pensamiento complejo es un concepto que está ganando importancia en el ámbito educativo al ayudarnos a enfrentarnos a los desafíos de un mundo cada vez más interconectado y cambiante. En la educación superior, se reconoce que el desarrollo de competencias transversales es fundamental para adaptarnos al entorno y tener éxito en diferentes campos. Al desarrollar competencias transversales y la capacidad de abordar desafíos desde múltiples perspectivas, se está capacitando a los individuos para afrontar la incertidumbre con confianza y contribuir de manera significativa a la sociedad en constante cambio.



El uso de diferentes términos en inglés relacionados con la competencia de pensamiento complejo ha generado cierta confusión, tanto en la teoría como en la práctica (Baena-Rojas *et al.*, 2022). Por ejemplo, en inglés se utilizan los conceptos *complex thought*, *complex thinking & reasoning for complexity* para referirse al mismo constructo en diferentes ramas de la ciencia (figura 5.1.1). Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que el pensamiento complejo no solo es relevante en el ámbito académico, sino que también se está extendiendo a diferentes ramas del conocimiento.

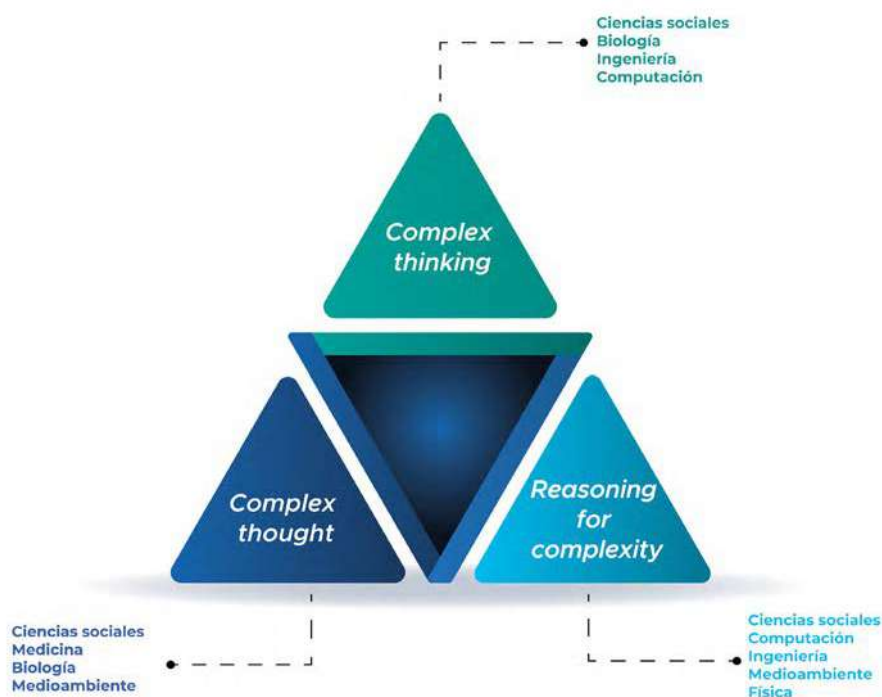


Figura 5.1.1. Pensamiento complejo y términos relacionados con las ramas del conocimiento humano (adaptado de Baena-Rojas *et al.*, 2022).

El pensamiento complejo se refiere a la capacidad de comprender situaciones inciertas y considerar múltiples variables y relaciones que intervienen en ellas (Ramírez-Montoya *et al.*, 2022). Gracias al pensamiento complejo, se pueden identificar patrones y conexiones para modelos de madurez para la llamada Sociedad 5.0, con múltiples áreas para tener una visión más completa y holística de los problemas que enfrentamos (González-Pérez *et al.*, 2023).

El pensamiento complejo se presenta como una herramienta valiosa en la educación del futuro. Al adoptar este enfoque, podemos adquirir habilidades y competencias que nos permitirán afrontar los desafíos de un mundo cada vez más complejo y dinámico. En este sentido, se han identificado diversas estrategias educativas basadas en la tecnología que fomentan el desarrollo de habilidades de pensamiento complejo. Estas estrategias incluyen el aprendizaje basado en competencias (Cruz-Sandoval *et al.*, 2023a), el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en casos, la colaboración, el aprendizaje basado en proyectos y otras técnicas de aprendizaje activo, como la realización de mapas mentales (Patiño *et al.*, 2023a). Además, se ha observado que las estrategias tradicionales potencializadas por herramientas tecnológicas, como la lectura, los debates y las preguntas reflexivas, siguen siendo efectivas para promover el pensamiento complejo cuando se utilizan de manera adecuada (figura 5.1.2).



Figura 5.1.2. Componentes de pensamiento complejo en la Educación 4.0.

Las investigaciones actuales nos brindan ideas sobre cómo integrar el pensamiento complejo en nuestras prácticas educativas y cómo utilizar la tecnología de manera efectiva para fomentar este tipo de pensamiento. A pesar de los avances en este campo, aún hay mucho por explorar. Se necesitan más investigaciones para identificar estrategias efectivas respaldadas por la tecnología y las mejores prácticas que promuevan el razonamiento para la complejidad en los estudiantes universitarios. También es importante considerar cómo estas estrategias se adaptan a diferentes modalidades de enseñanza. Con un enfoque innovador como este, podemos preparar a las futuras generaciones para un mundo en constante evolución.

5.2. Competencias diferenciales

El profundo proceso de transformación en las instituciones de educación superior se hace cada vez más evidente. En este sentido, se considera que la educación debe adaptarse para satisfacer las necesidades de calificación y desarrollo de habilidades en un siglo XXI con diversos desafíos en la resolución de problemas.

En la búsqueda por mejorar los procesos educativos y adaptarnos a un mundo en constante cambio, el pensamiento complejo se presenta como una herramienta fundamental que nos permite abordar los desafíos actuales desde una perspectiva integral y holística, considerando múltiples variables y relaciones que influyen en una situación (Castillo-Martínez *et al.*, 2023). Así, el pensamiento complejo está vinculado con otras competencias diferenciales importantes, como las que se muestran en la figura 5.2.1.



Figura 5.2.1. Competencias relacionadas con el pensamiento complejo.

5.2.1. Alfabetización académica

La alfabetización académica es una competencia esencial para el desarrollo de estudiantes en todos los niveles educativos que va más allá de la simple adquisición de conocimientos y se enfoca en la capacidad de comprender, analizar y evaluar información proveniente de diversas fuentes (Suarez-Brito *et al.*, 2022). En el contexto del pensamiento complejo, la alfabetización académica implica ser capaz de abordar problemas desde diferentes perspectivas, integrar conceptos de diversas disciplinas y aplicar un pensamiento crítico y reflexivo en la resolución de situaciones complejas. Así, el pensamiento complejo guarda una estrecha relación con la alfabetización académica, ya que el razonamiento complejo reúne una serie de habilidades en las personas que facilitan la ejecución de acciones avanzadas y la resolución de problemas (figura 5.2.2).

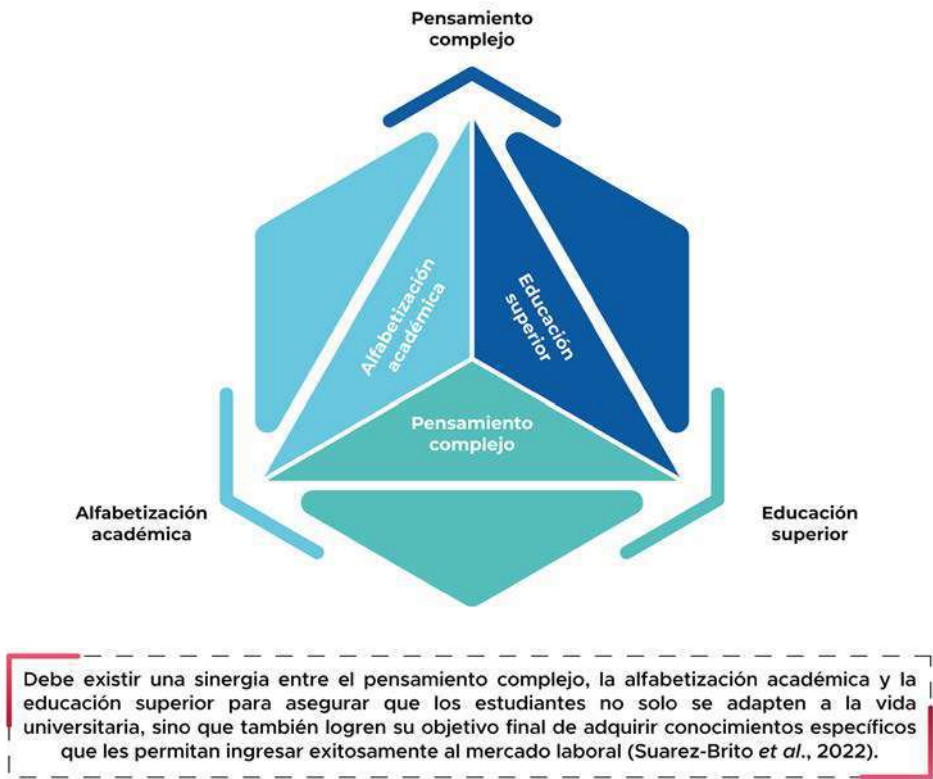


Figura 5.2.2. Sinergia de alfabetización académica y pensamiento complejo (basado en Suárez-Brito, 2022).

5.2.2. Emprendimiento social

El emprendimiento social, por su parte, se refiere a la capacidad de identificar y abordar problemas sociales desde una perspectiva innovadora y sostenible. En el marco del pensamiento complejo, implica comprender la interconexión entre los diferentes aspectos de una problemática social y buscar soluciones que aborden las causas subyacentes en lugar de simplemente tratar los síntomas (Cruz-Sandoval *et al.*, 2023b). El emprendimiento social fomenta el pensamiento creativo, la colaboración y la capacidad de adaptarse a entornos complejos y cambiantes para generar alternativas de solución con conciencia ciudadana.

5.2.3. Pensamiento computacional

El pensamiento computacional es una competencia relevante en un mundo cada vez más digitalizado que se refiere a la habilidad de abordar problemas de manera lógica, analítica y sistemática, utilizando los principios y herramientas de la ciencia de la computación (Alfaro-Ponce *et al.*, 2023a). En el contexto del pensamiento complejo, el pensamiento computacional nos permite analizar situaciones desde una perspectiva algorítmica, identificar patrones y diseñar soluciones eficientes. Esta competencia fomenta la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la capacidad de trabajar con grandes cantidades de información (figura 5.2.3).

Las características del aprendizaje basado en juegos permite facilitar una experiencia de aprendizaje práctica y agradable que ayude a los jugadores a desarrollar sus habilidades de aprendizaje computacional y a resolver problemas con confianza y eficacia (Alfaro Ponce *et al.*, 2023).

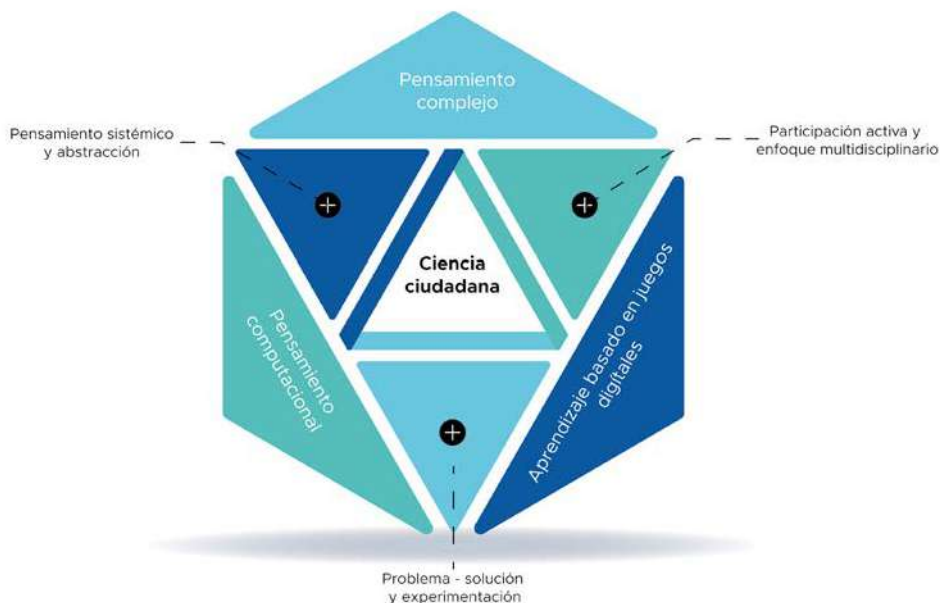


Figura 5.2.3. Pensamiento complejo basado en ciencia ciudadana para desarrollar pensamiento computacional.

5.2.4. Competencia cultural

La competencia cultural proporciona un marco conceptual y una sensibilidad necesarios para comprender y apreciar las diversas formas en que las culturas influyen en la manera en que las personas piensan, se comportan y se relacionan entre sí. Al desarrollar la competencia cultural, las personas adquieren una mentalidad abierta, flexible y reflexiva, lo cual es fundamental para el pensamiento complejo. De hecho, se ha identificado una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de pensamiento complejo de estudiantes universitarios con el conocimiento cultural, una dimensión de la competencia cultural (Vázquez-Parra *et al.*, 2023). Estos hallazgos destacan la importancia de la competencia cultural como un componente clave para promover y cultivar el pensamiento complejo en diversos contextos.

5.2.5. Alfabetización financiera digital

La alfabetización financiera digital se refiere a la capacidad de comprender y utilizar de manera efectiva las herramientas y tecnologías digitales en el ámbito de las finanzas personales. Implica adquirir conocimientos y habilidades para utilizar aplicaciones, plataformas y recursos en línea que faciliten la gestión de las finanzas, como el acceso a cuentas bancarias, la realización de transacciones electrónicas, la monitorización de gastos, la inversión en línea y la comprensión de conceptos financieros básicos. La relación entre la alfabetización financiera digital y el pensamiento complejo radica en la capacidad de utilizar el pensamiento complejo para comprender y tomar decisiones financieras en un entorno digital (Buenestado-Fernández *et al.*, 2023). En un estudio reciente, se investigó la percepción de jóvenes sobre su *cultura financiera digital*, identificando los factores que la dificultan o facilitan, así como sus preferencias en cuanto a las modalidades de formación para su mejora. Los hallazgos muestran la necesidad percibida por las personas participantes acerca de la educación financiera digital, principalmente en la comprensión de conceptos críticos, el uso de aplicaciones móviles, operaciones financieras en línea y seguridad financiera digital. Estos resultados permiten contextualizar propuestas de capacitación que favorezcan la inclusión financiera de jóvenes en los complejos escenarios generados por la transformación digital de la economía y la sociedad.

5.2.6. Pensamiento computacional y alfabetización digital

Por otro lado, el pensamiento computacional y la alfabetización digital (Farias-Gaytan *et al.*, 2023) se han señalado como habilidades necesarias para la formación de profesionales en el siglo XXI. La literatura científica ha explorado la relación entre ambos conceptos, concluyendo que el pensamiento computacional comprende componentes básicos como la abstracción, el diseño de algoritmos, la identificación de patrones y la descomposición, mientras que la alfabetización digital abarca habilidades críticas, informacionales y comunicativas (George-Reyes, 2023b). Esta propuesta sirve como marco de referencia para discutir la importancia de incorporar el pensamiento computacional como una alfabetización digital de orden superior.

La investigación en competencias diferenciales del pensamiento complejo nos proporciona luces para el futuro de la educación. La alfabetización académica, la alfabetización digital, el emprendimiento social, la competencia cultural y el pensamiento computacional son competencias clave que preparan a las personas para enfrentarse a los desafíos actuales y futuros. Estas competencias, junto con la alfabetización financiera digital, y la integración de la ciencia ciudadana y el aprendizaje basado en juegos digitales, ofrecen un panorama amplio y prometedor para el desarrollo educativo y la formación de profesionales competentes en el siglo **xxi**. Estas competencias diferenciales del pensamiento complejo tienen un gran potencial para mejorar la educación y preparar a cada estudiante para los desafíos del futuro. Sin embargo, aún queda mucho por investigar y desarrollar en estos campos. Es necesario profundizar en cómo integrar estas competencias en los programas educativos, qué estrategias pedagógicas son más efectivas para su desarrollo y cómo evaluar adecuadamente su adquisición por parte del estudiantado. A través de la investigación continua y la implementación efectiva de estas competencias en los entornos educativos, podemos brindar a las futuras generaciones las herramientas necesarias para enfrentarse a los retos del mañana.

5.3. Nueva ciudadanía



El desarrollo del pensamiento complejo de la ciudadanía no ha sido considerado como un objetivo principal de proyectos de ciencia ciudadana, a pesar de su estrecha relación con la Educación 4.0 y la formación de personas comprometidas con la sociedad. Sin embargo, diversas investigaciones recientes proponen un marco y una tipología para los proyectos de ciencia ciudadana que integren el pensamiento complejo (Sanabria-Z *et al.*, 2022b).





Figura 5.3.1. Nueva ciudadanía y pensamiento complejo.

Con respecto a la educación en general, Alfaro-Ponce *et al.* (2023b) proponen un marco de pensamiento complejo que vincula a la *ciencia ciudadana* con el aprendizaje basado en juegos digitales para desarrollar habilidades de pensamiento complejo en estudiantes de universidad. Los resultados indican que es posible considerar las subcompetencias del pensamiento complejo en el diseño de un juego digital de ciencia ciudadana. Este enfoque de aprendizaje basado en juegos digitales puede aumentar el compromiso y el trabajo en equipo de estudiantes en la recolección y análisis de datos, al tiempo que desarrolla sus habilidades de pensamiento complejo (Pacheco-Velázquez *et al.*, 2023).

5.4. Dimensiones paralelas

En la actualidad, el avance tecnológico ha brindado nuevas herramientas y enfoques que pueden potenciar nuestra capacidad de abordar y comprender problemas complejos. Desde la realidad virtual y aumentada hasta el uso de inteligencia artificial y análisis de datos, estas tecnologías ofrecen oportunidades emocionantes para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas (Patiño *et al.*, 2023b).

Estas dimensiones paralelas se entrelazan con el pensamiento complejo, abriendo nuevos horizontes para la enseñanza, la investigación y la práctica en diversos campos del conocimiento. Algunas de las tecnologías utilizadas para fomentar el pensamiento complejo se muestran en la figura 5.4.1.

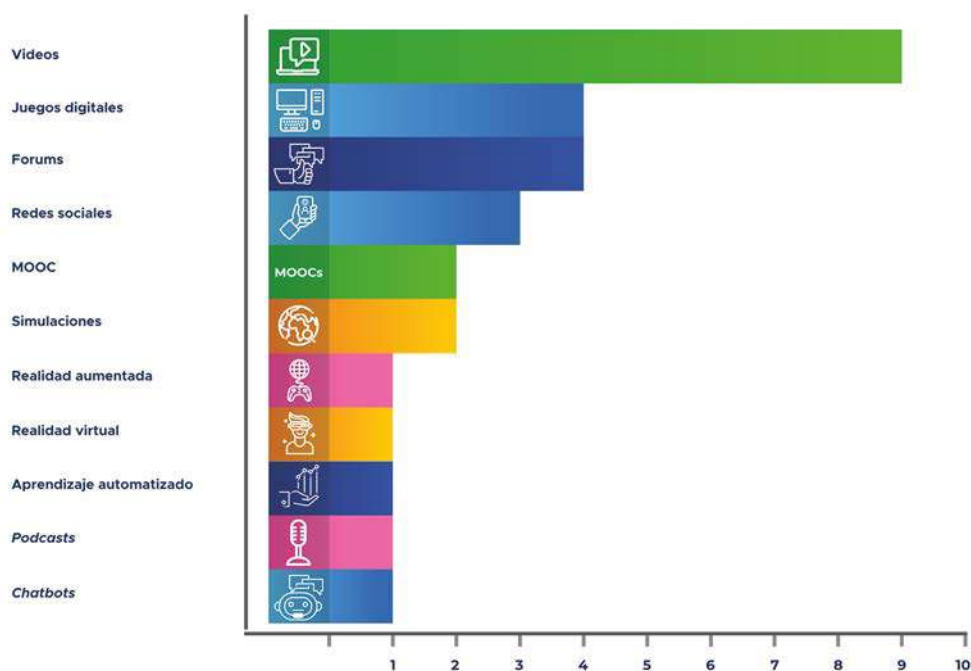


Figura 5.4.1. Tecnologías utilizadas para fomentar el pensamiento complejo.

Las experiencias de aprendizaje mediante aplicaciones de *robótica*, *realidad virtual*, *realidad aumentada* y *Chat GPT* que se enfocan en el desarrollo de pensamiento complejo permiten generar dinámicas de aprendizaje innovadoras que mejoran las prácticas de resolución de problemas en un entorno educativo en constante cambio (figura 5.4.2). En un estudio realizado con 176 estudiantes, los resultados mostraron una alta satisfacción con el entorno virtual y sus herramientas, y la experiencia de aprendizaje contribuyó con el desarrollo de competencias de pensamiento complejo (George-Reyes *et al.*, 2023b). El uso de tecnologías emergentes (González-Pérez *et al.*, 2023; Ramírez-Montoya *et al.*, 2023) contribuyen con la innovación educativa y el pensamiento complejo. En la misma línea de investigación, la *robótica* (Lopez-Caudana *et al.*, 2020) y el *metaverso* se perfilan como tecnologías para el aprendizaje activo y el uso de realidad virtual inmersiva, con potencial para el desarrollo del pensamiento complejo (George-Reyes *et al.*, 2023c). De igual forma, el *ChatGPT* se presenta como una herramienta sustancial para incentivar pensamiento complejo (Romero-Rodríguez *et al.*, 2023).

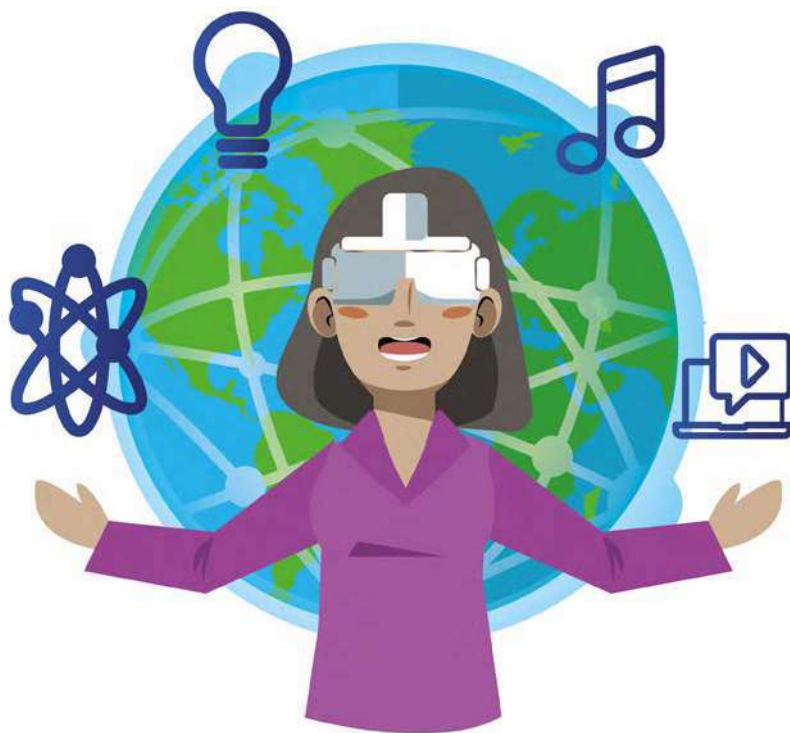


Figura 5.4.2. Experiencias de tecnologías emergentes para impulsar realidades paralelas en el pensamiento complejo.

Los modelos de *aprendizaje automático* o *machine learning* se han utilizado para clasificar el género de estudiantes en función de su percepción de la competencia en pensamiento complejo (Ibarra-Vazquez *et al.*, 2023b). Los resultados indican altos niveles de precisión en la clasificación de género por parte de los modelos de aprendizaje automático, así como sesgos en la predicción del género, especialmente en la clasificación errónea de estudiantes varones como mujeres. Los hallazgos resaltan la importancia del pensamiento complejo en la comprensión de la percepción de estudiantes y respaldan la utilización de modelos de aprendizaje automático para analizar datos de percepción y proponer prácticas educativas que aborden las brechas sociales relacionadas con el género en las necesidades de formación.

5.5. Resumen integrador del capítulo

En el capítulo 5 se abordan diferentes investigaciones que han orientado el desarrollo del pensamiento complejo hacia el futuro de la educación. A partir de diversos estudios se han podido identificar y examinar los marcos orientativos que permiten brindar las herramientas conceptuales para comprender y abordar los desafíos educativos actuales y futuros. Asimismo, se estudiaron otras competencias diferenciales que permitirán que la ciudadanía pueda enfrentarse a los desafíos de una sociedad cambiante. Se abordó el concepto de *nueva ciudadanía*, donde la inclusión y el bien común tienen roles fundamentales. Por último, se identificó el impacto de las dimensiones paralelas como las tecnologías emergentes y el metaverso en la educación, analizando su influencia en la forma en que aprendemos y nos relacionamos con el conocimiento. A través de los aportes de estos capítulos, esperamos inspirar el camino hacia nuevas investigaciones que busquen desarrollar el pensamiento complejo, así como aplicar un nuevo modelo educativo que permita crear un futuro de la educación orientado a lograr un mundo más inclusivo y sostenible (figura 5.5.1).

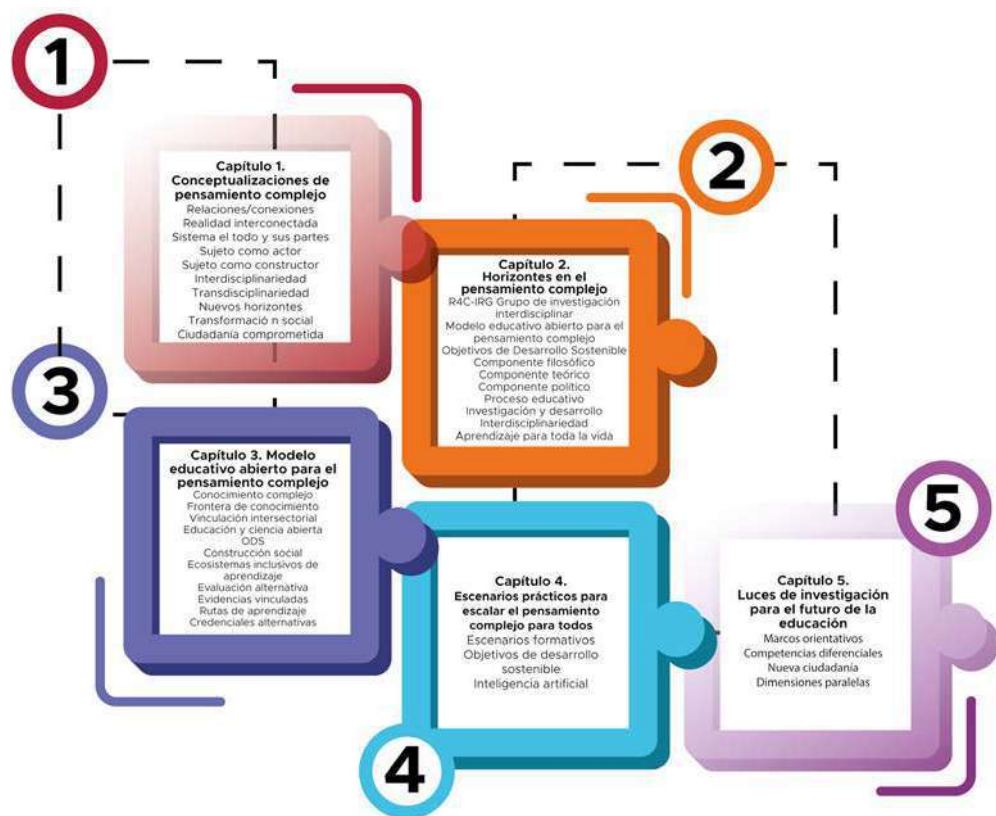


Figura 5.5.1. Resumen integrador del capítulo 5 y vinculación con capítulos antecedentes.

5.6. Referencias

- Alfaro-Ponce, B., Patiño, A. y Sanabria-Z, J. (2023a). Components of computational thinking in citizen science games and its contribution to reasoning for complexity through digital game-based learning: A framework proposal. *Cogent Education*, 10(1), 2191751. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2191751>
- Alfaro-Ponce, B., Sanabria-Z, J., Rivero-Zambrano, L. F. y Muñoz-Ibáñez, C. A. (2023b). Citizen Science's Influence on Public Policy for Addressing Complexity: A Systematic Review of Tech-Based Projects in Higher Education. *Journal of Social Studies Education Research*, 14(1). <https://jsser.org/index.php/jsser/article/view/4551>

- Baena-Rojas, J. J., Ramírez-Montoya, M. S., Mazo-Cuervo, D. M. y López-Caudana, E. O. (2022). Traits of Complex Thinking: A Bibliometric Review of a Disruptive Construct in Education. *Journal of Intelligence*, 10(3), 37. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030037>
- Baena-Rojas, J. J., Suárez-Brito, P. y López-Caudana, E. (2023). Reflections about Complex Thought and Complex Thinking: Why These Theoretical Constructs Matters on Higher Education? *European Journal of Contemporary Education*, 12(1). <https://doi.org/10.13187/ejced.2023.1.4>
- Buenestado-Fernández, M., Ramírez-Montoya, M. S., Ibarra-Vazquez, G. y Patiño, A. (2023). Digital competency as a key to the financial inclusion of young people in complex scenarios: A focus groups study. *Citizenship, Social and Economics Education*, 147880472311700. <https://doi.org/10.1177/14788047231170083>
- Castillo-Martínez, I. M., Cerros Regalado, C. P., Glasserman-Morales, L. D. y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Academic literacy among the university students in Mexico and Spain: A holistic perspective. *Frontiers in Psychology*, 13, 1055954. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1055954>
- Cruz-Sandoval, M., Vázquez-Parra, J. C., Carlos-Arroyo, M. y Amézquita-Zamora, J. A. (2023a). Student Perception of the Level of Development of Complex Thinking: An Approach Involving University Women in Mexico. *Journal of Latinos and Education*, 0(0), 1-13. <https://doi.org/10.1080/15348431.2023.2180370>
- Cruz-Sandoval, M. A., Vazquez-Parra, J. C., Carlos-Arroyo, M. y Medina-Vidal, A. (2023b). Competency-Based Learning: An Approach Integrating the Domains of Complex Thinking Competency in a Group of Mexican Students. *European Journal of Contemporary Education*, 12(2). <https://doi.org/10.13187/ejced.2023.2.399>
- Farias-Gaytan, S., Aguaded, I. y Ramirez-Montoya, M. S. (2023). Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: a systematic literature review. *Humanities & Social Sciences Communications*, 10, 386. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01875-9>
- George-Reyes, C. E. (2023a). Imbricación del pensamiento computacional y la alfabetización digital en la educación. Modelación a partir de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Española de Documentación Científica*, 46(1), e345. <https://doi.org/10.3989/redc.2023.1.1922>
- George-Reyes, C. E., López-Caudana, E. O., Ramírez-Montoya, M. S. y Ruiz-Ramírez, J. A. (2023b). Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: caso de estudio se-

- cuencial. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.540841>
- George-Reyes, C. E., Peláez Sánchez, I. C., Glasserman-Morales, L. D. y López-Caudana, E. O. (2023c). The Metaverse and complex thinking: opportunities, experiences, and future lines of research. *Frontiers in Education*, 8, 1166999. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1166999>
- González-Pérez, L. I., Ramírez Montoya, M. S. y García-Peñalvo, F. J. (2022). Habilitadores tecnológicos 4.0 para impulsar la educación abierta: aportaciones para las recomendaciones de la UNESCO. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2). <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33088> <https://hdl.handle.net/11285/648277>
- González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S. y Enciso-Gonzalez, J. A. (2023). Education 4.0 Maturity Models for Society 5.0: Systematic literature review. *Cogent Business & Management*, 10(3), 2256095. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2256095> <https://hdl.handle.net/11285/651154>
- Ibarra-Vazquez, G., Ramírez-Montoya, M. S., Miranda, J. (2023a). Data Analysis in Factors of Social Entrepreneurship to Design Planning Tools in Complex Thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 101381. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101381> <https://hdl.handle.net/11285/651110>
- Ibarra-Vazquez, G., Ramírez-Montoya, M. S. y Terashima, H. (2023b). Gender prediction based on university students' complex thinking competency: An analysis from machine learning approaches. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11831-4>
- Pacheco-Velazquez, E., Salinas Navarro, D. y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Serious Games and Experiential Learning: Options for Engineering Education. *International Journal of Serious Games*, 10(3). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v10i3.593> <https://hdl.handle.net/11285/651144>
- Lopez-Caudana, E., Ramírez-Montoya, M. S., Martínez-Pérez, S. y Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study. *Mathematics*, 8, 2163. <https://doi.org/10.3390/math8122163> <https://hdl.handle.net/11285/636935>
- Patiño, A., Ramírez-Montoya, M. S. y Buenestado-Fernández, M. (2023a). Active learning and education 4.0 for complex thinking training: analysis of two case studies in open education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00229-x>

- Patiño, A., Ramírez-Montoya, M. S. e Ibarra-Vazquez, G. (2023b). Trends and research outcomes of technology-based interventions for complex thinking development in higher education: A review of scientific publications. *Contemporary Educational Technology*, 15(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.30935/cedtech/13416>
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Z, J. y Miranda, J. (2022). Complex Thinking in the Framework of Education 4.0 and Open Innovation –A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010004>
- Ramírez-Montoya, M. S., Rodríguez-Abitia, G., Hernández-Montoya, D., López-Caudana, E. y González-González, C. (2023). Open Education for Sustainable Development: Contributions from Emerging Technologies and Educational Innovation. *Frontier Education*, 8, 1131022. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1131022> <https://hdl.handle.net/11285/650170>
- Romero-Rodríguez, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Buenestado-Fernández, M. y Lara Lara, F. (2023). Use of ChatGPT at University as a Tool for Complex Thinking: Students' Perceived Usefulness. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER)*, 12(2), 323-339. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.7.1458>
- Sanabria-Z, J. C., Molina Espinosa, J. M., Alfaro Ponce, B. y Vycudíliková Outlá, M. (2022a). A Threshold for Citizen Science Projects: Complex Thinking as a Driver of Holistic Development. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2). <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33052>
- Sanabria-Z, J., Alfaro-Ponce, B., González Peña, O. I., Terashima-Marín, H. y Ortiz-Bayliss, J. C. (2022b). Engagement and Social Impact in Tech-Based Citizen Science Initiatives for Achieving the SDGs: A Systematic Literature Review with a Perspective on Complex Thinking. *Sustainability*, 14(17), 10978. <https://doi.org/10.3390/su141710978>
- Sanabria-Z J., Cruz-Sandoval, M., Moreno-Romo, A., Bosh-Gómez, S. B. y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Research foresight in bridging open science and open innovation: overview based on the complex thinking paradigm. *International Journal of Innovation Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.08.002> <https://hdl.handle.net/11285/651088>
- Suarez-Brito, P., Baena-Rojas, J. J., Lopez-Caudana, E. O. y Glasserman-Morales, L. D. (2022). Academic Literacy as a Component of Complex Thinking in Higher Education: A Scoping Review. *European Journal of Contemporary Education*, 11(3). <https://doi.org/10.13187/ejced.2022.3.931>

- Vázquez-Parra, J. C., Castillo-Martínez, I. M., Ramírez-Montoya, M. S. y Millán, A. (2022). Development of the Perception of Achievement of Complex Thinking: A Disciplinary Approach in a Latin American Student Population. *Education Sciences*, 12(5), 289. <https://doi.org/10.3390/educsci12050289>
- Vázquez-Parra, J. C., Alfaro-Ponce, B., Guerrero-Escamilla, J. B. y Morales-Maure, L. (2023). Cultural Imaginaries and Complex Thinking: Impact of Cultural Education on the Development of Perceived Achievement of Complex Thinking in Undergraduates. *Social Sciences*, 12(5), 272. <https://doi.org/10.3390/socsci12050272>

Índice de figuras y tablas

Figura 1.1. Interconexiones de dimensiones en el pensamiento complejo.	19
Figura 1.1.1. Diferentes vías en la complejidad.	22
Figura 1.1.2. Interacciones en el marco de la complejidad.	23
Figura 1.2.1. Teorías subyacentes del pensamiento complejo.	25
Figura 1.3.1. Dimensiones al pensar desde la complejidad.. . . .	27
Figura 1.4.1. Perspectivas de análisis del paradigma de la complejidad.. . . .	31
Figura 1.5.1. Resumen integrador del capítulo 1 y vinculación con el capítulo 2.	32
Figura 2.1. Hacia la búsqueda de nuevos horizontes para el pensamiento complejo. . .	36
Figura 2.1.1. Página web del Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos.	38
Figura 2.1.2. Tres momentos de construcción del Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos con TRL.	39
Figura 2.1.3. Proceso metodológico del Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos	40
Figura 2.2.1. Movilizadores del pensamiento complejo como aporte a la agenda 2030 de la Unesco.. . . .	42
Figura 2.2.2. Misión, visión y objetivos del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.	42
Figura 2.2.3. Página web del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.	43
Figura 2.2.4. Fases del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.	44
Figura 2.2.5. Equipo de investigación del proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo.	45
Tabla 2.3.1. Instituciones participantes en el análisis comparativo	47
Figura 2.3.2. Componentes del modelo educativo analizados en el <i>análisis comparativo</i> .	48
Figura 2.3.3. Componentes filosóficos para el desarrollo de competencias de pensamiento complejo.. . . .	49
Figura 2.3.4. Componentes teóricos para desarrollar competencias de pensamiento complejo.	50
Figura 2.3.5. Componente político para desarrollar el pensamiento complejo.. . . .	51
Figura 2.3.6. Proceso educativo para el desarrollo del pensamiento complejo.. . . .	52
Tabla 2.3.2. Componentes del modelo educativo para desarrollar competencias de pensamiento complejo.	53
Figura 2.4.1. Exploración del pensamiento complejo en grupos focales de estudiantes. .	55
Tabla 2.4.2. Estudiantes que participaron en los grupos focales.. . . .	56
Tabla 2.4.2.1. Retos del pensamiento complejo: visión desde el estudiantado.	58

Tabla 2.4.3.1. Promoción del pensamiento complejo:	
buenas prácticas desde el profesorado.	60
Figura 2.5.1. Resumen integrador del capítulo 2 y vinculación con el capítulo 3.	61
Figura 3.1. Componentes del modelo educativo.	66
Figura 3.2. Modelo educativo abierto para el pensamiento complejo.	67
Figura 3.1.1. Fundamentos del pensamiento complejo	69
Figura 3.3.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Unesco	77
Figura 3.4.1. Perfil de enfoque del modelo de pensamiento complejo.	81
Figura 3.4.2. Proceso educativo del modelo de pensamiento complejo.	83
Figura 3.4.3. Elementos clave del modelo para	
la acreditación con credenciales alternativas.	83
Figura 3.4.4. Recursos educativos abiertos (REA).	84
Figura 3.4.5. Tendencias y transformación digital	
en el marco del objetivo sostenible 4.	85
Figura 3.4.6. Evidencias de aprendizaje	86
Tabla 3.4.8. Instrumentos para valorar el pensamiento complejo.	88
Figura 3.4.9. Credenciales alternativas	89
Figura 3.4.10. REA para credenciales alternativas de pensamiento complejo.	93
Figura 3.4.11. Rutas para fomentar pensamiento complejo con ODS y REA.	94
Figura 3.4.12. Canvas del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo.	95
Figura 3.5.1. Resumen integrador del capítulo 3 y vinculación con el capítulo 4.	97
Figura 4.1. Escenarios formativos para impulsar el pensamiento complejo.	102
Figura 4.1.1. Escenario «Salva el planeta: juego de escape digital»	105
Figura 4.2.1. Escenario «Emprendimiento educativo para la inclusión social»	107
Figura 4.3.1. Escenario «Integridad académica y pensamiento complejo en acción»	109
Figura 4.4.1. Escenario «ABI y pensamiento complejo».	111
Figura 4.5.1. Resumen integrador del capítulo 4 y vinculación con el capítulo 5.	113
Figura 5.1. Luces de la investigación en el marco del pensamiento complejo.	117
Figura 5.1.1. Pensamiento complejo y términos	
relacionados con las ramas del conocimiento humano.	119
Figura 5.1.2. Componentes de pensamiento complejo en la Educación 4.0.	120
Figura 5.2.1. Competencias relacionadas con el pensamiento complejo.	121
Figura 5.2.2. Sinergia de alfabetización académica y pensamiento complejo.	122
Figura 5.2.3. Pensamiento complejo basado en ciencia	
ciudadana para desarrollar pensamiento computacional.	124
Figura 5.3.1. Nueva ciudadanía y pensamiento complejo.	127
Figura 5.4.2. Experiencias de tecnologías emergentes	
para impulsar realidades paralelas en el pensamiento complejo.	129
Figura 5.5.1. Resumen integrador del capítulo 5	
y vinculación con capítulos anteriores.	131

Sobre las personas que han coordinado esta obra

María Soledad Ramírez-Montoya

Es investigadora del Institute for the Future of Education, profesora de EGADE Business School. Chair UNESCO e ICDE: «Movimiento educativo abierto para América Latina». Coordina el grupo de investigación interdisciplinar Escalando el Razonamiento para la Complejidad para todos, del Instituto para el Futuro de la Educación, así como la Unidad de investigación Tecnología Educativa. Nivel 3 en el Sistema Nacional de Investigadores (México).

Fabián Eduardo Basabe

Es especialista en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de la Patagonia. Doctor en Tecnología por la Universidad de Salamanca. Realiza investigaciones sobre el pensamiento complejo y educación emocional. Se desempeña como consultor independiente y profesor investigador en diversas instituciones.

Martina Carlos Arroyo

Es doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Nayarit. Estancia posdoctoral en el Institute for the Future of Education del Tecnológico de Monterrey. Sus líneas de investigación son los estudios de género, la ciencia, la innovación educativa y los imaginarios sociales.

Irma Azeneth Patiño Zúñiga

Es doctora en Tecnología Educativa por la Université Laval. Se desempeña como investigadora posdoctoral en el Institute for the Future of Education del Tecnológico de Monterrey. Realiza investigaciones sobre el uso de tecnologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior y educación continua. Nivel Candidato en el Sistema Nacional de Investigadores (México).

May Portuguese-Castro

Es profesora investigadora del Departamento Académico de Posgrado en Negocios y jefa de Innovación y Evaluación de la Calidad Académica en CENTRUM Pontificia Universidad Católica del Perú. Perteneció al grupo de investigación interdisciplinar Escalando el Razonamiento para la Complejidad para todos, del Instituto para el Futuro de la Educación, y al Centro de Estudios Empresariales de CENTRUM PUCP. Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores (México).

Índice

Prólogo	13
Referencias	16
Capítulo 1. Conceptualizaciones de pensamiento complejo	17
Introducción	17
1.1. ¿Qué es el pensamiento complejo?	20
1.2. Teorías subyacentes en el pensamiento complejo	24
1.3. Dimensiones al pensar desde la complejidad	26
1.4. Pensamiento complejo, ¿nuevo paradigma epistemológico?	29
1.5. Resumen integrador del capítulo	31
1.6. Referencias	33
Capítulo 2. Nuevos horizontes hacia un modelo educativo de pensamiento complejo	35
Introducción	35
2.1. Grupo de Investigación Interdisciplinar Escalando el Pensamiento Complejo para Todos	37
2.2. Proyecto Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo	41
2.3. Análisis comparativo de buenas prácticas en instituciones educativas	46
2.3.1. Componente filosófico	48
2.3.2. Componente teórico	49
2.3.3. Componente político	50
2.3.4. Proceso educativo	51
2.4. Interacción con buenas prácticas en instituciones educativas	54
2.4.1. Análisis de prácticas educativas para la formación del pensamiento complejo	55
2.4.2. Retos observados en el estudiantado para el desarrollo del pensamiento complejo	57
2.4.3. Buenas prácticas docentes	59
2.5. Resumen integrador del capítulo	61
2.6. Referencias	62
Capítulo 3. Modelo Educativo Abierto para el Pensamiento Complejo	65
Introducción	65
3.1. Componente filosófico	68
3.2. Componente teórico	72
3.3. Componente político	76
3.4. El proceso educativo	80

3.4.1. ¿Hacia quién se dirige el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?	80
3.4.2. ¿Cómo se plantea el proceso del modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?	81
3.4.3. ¿Cuáles estrategias activas y tecnologías pueden integrarse en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?	90
3.4.4. ¿Cómo se integra «lo abierto» en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?	93
3.4.5. ¿Cómo pueden ser rutas de aprendizaje en el modelo educativo abierto para el pensamiento complejo?	94
3.4.6. ¿Cómo iniciar diseños en el marco de los modelos educativos abiertos para el pensamiento complejo?	94
3.5. Resumen integrador del capítulo	96
3.6. Referencias	98
 Capítulo 4. Escenarios prácticos para escalar el pensamiento complejo con los objetivos de desarrollo sostenible	101
Introducción	101
4.1. Escenarios vinculados con el ODS 7: Energía asequible y no contaminante	104
4.2. Escenarios vinculados con el ODS 10: Reducción de desigualdades.	106
4.3. Escenarios vinculados con el ODS 4: Educación de calidad.	108
4.4. Escenarios vinculados con el ODS 13: Acción por el clima	110
4.5. Resumen integrador del capítulo	112
4.6. Referencias	113
 Capítulo 5. Luces de investigación de pensamiento complejo para el futuro de la educación	115
Introducción	115
5.1. Marcos orientativos	118
5.2. Competencias diferenciales	121
5.2.1. Alfabetización académica	122
5.2.2. Emprendimiento social.	123
5.2.3. Pensamiento computacional	123
5.2.4. Competencia cultural	124
5.2.5. Alfabetización financiera digital	125
5.2.6. Pensamiento computacional y alfabetización digital.	125
5.3. Nueva ciudadanía	126
5.4. Dimensiones paralelas.	128
5.5. Resumen integrador del capítulo	130
5.6. Referencias	131
 Índice de figuras y tablas	137
 Sobre las personas que han coordinado esta obra	139

Modelo abierto de pensamiento complejo para el futuro de la educación

El horizonte del futuro de una educación de calidad nos alienta respecto a la necesaria formación de razonamientos que nos posibiliten una aproximación más apropiada a la complejidad como prioridad para una sociedad en busca de nuevas soluciones. El reto será formar ciudadanos con pensamiento crítico, científico, sistémico, innovador, emprendedor y que, además, sean empáticos, cooperativos y comprometidos con el desarrollo sostenible.

En esta línea, este libro presenta un modelo educativo abierto para fomentar altas capacidades de pensamiento complejo y pretende ser de valor para ambientes formativos, tanto para el ámbito académico como para los sectores gubernamentales, empresariales y de la sociedad en general.