

Autoorganización, tecnodigitalización y complejidad en la formación investigativa universitaria: un modelo para el desarrollo de competencias investigativas

PhD. Santiago Aliardo Torres Vela
Escuela de Posgrado Walter Peñaloza Ramella
03379674@une.edu.pe;
<https://orcid.org/0000-0002-8389-8455>
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

PhD. Jessica Jacqueline Aponte-Limaco
Escuela de Posgrado Walter Peñaloza Ramella
20200165@une.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0001-9377-9580>
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

MBA. Cesar Manuel Apeña Gonzales
ceapena@alumnos.uahurtado.cl
<https://orcid.org/0000-0002-8114-5855>
Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile

Mg. Demetrio Damián Yana-Quispilaya
20181803@une.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0008-2814-634X>
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

PhD. Juan Carlos Rodríguez Marquezado
Escuela de Posgrado Walter Peñaloza Ramella
<https://orcid.org/0000-0002-0945-459X>
jrodriguez@une.edu.pe
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle

Resumen

El artículo tuvo como objetivo desarrollar un modelo de innovación metodológica fundamentado en los principios de autoorganización, complejidad y tecnodigitalización, aplicados a la alfabetización investigativa universitaria. Se adoptó un enfoque teórico-conceptual centrado en la integración crítica y reorganización del conocimiento existente, con el propósito de generar nuevas explicaciones sobre los procesos de formación investigativa. La metodología

comprendió la revisión, selección, análisis e integración de literatura científica relacionada con la epistemología, la formación investigativa, la innovación metodológica, la complejidad y la transformación tecnodigital. El proceso de construcción del modelo se desarrolló en tres etapas: delimitación epistemológica, integración conceptual y formalización teórica de sus componentes, relaciones y principios organizadores. La propuesta siguió una lógica abductiva mediante la generación de nuevas configuraciones explicativas a partir de la articulación de conceptos provenientes de diferentes campos del conocimiento. Los hallazgos permitieron establecer que la formación investigativa puede comprenderse como un sistema dinámico, adaptativo y relacional, en el que interactúan dimensiones epistemológicas, metodológicas, éticas, pedagógicas y tecnológicas. Se concluye que el modelo propuesto representa una reconfiguración epistemológica del desarrollo investigativo universitario, al plantear una racionalidad integradora orientada a la construcción del conocimiento en contextos complejos y tecnodigitalizados.

Palabras clave: autoorganización; complejidad; formación investigativa universitaria; innovación metodológica; tecnodigitalización.

GECONTEC Vol. 14(1). 2026
ISSN 2255-5684
gecontec.org

© Creative Commons Attribution 4.0
Recibido 25 Julio, 2026
Aceptado 30 Agosto, 2026
Publicado 2 Septiembre, 2026

Introducción

La formación investigativa constituye actualmente uno de los pilares de la educación universitaria, pues fomenta el pensamiento crítico, la producción de conocimiento y la capacidad para comprender y afrontar desafíos cada vez más complejos. Sin embargo, los cambios científicos, tecnológicos y sociales que continúan produciéndose ponen de manifiesto las limitaciones de las perspectivas metodológicas clásicas, particularmente aquellas sustentadas en estructuras lineales y fragmentadas del conocimiento. En consecuencia, las universidades enfrentan el desafío de replantear los procesos de formación investigativa desde perspectivas capaces de integrar la complejidad de los contextos contemporáneos.

En este contexto, la transformación tecnológica y digital ha modificado sustancialmente las formas en que se accede, organiza, analiza y comunica el conocimiento científico. El desarrollo de la inteligencia artificial, el procesamiento intensivo de evidencias, las plataformas colaborativas y los ecosistemas digitales de investigación ha ampliado el alcance de las inferencias y articulaciones conceptuales que los investigadores pueden derivar de sus objetos de estudio, abriendo así nuevas posibilidades para la producción científica. Al mismo tiempo, estos desarrollos han generado nuevas exigencias respecto de las competencias que deben desarrollar los docentes e investigadores. Por tanto, la innovación metodológica ya no puede entenderse únicamente como la incorporación de herramientas tecnológicas; más bien, debe concebirse como un proceso que reorganiza las formas en que los investigadores investigan, aprenden y construyen conocimiento.

Paralelamente, las ciencias de la complejidad han aportado una perspectiva que trasciende las explicaciones tradicionales al reconocer los procesos educativos como sistemas abiertos,

dinámicos e interdependientes. Desde esta perspectiva, el desarrollo de capacidades investigativas no sigue una secuencia rígida de mecanismos, sino que constituye un proceso interactivo que involucra componentes articulados en un pentágono de convergencia dinámica e integración transductiva. Este marco funciona como un modelo teórico-conceptual para organizar las condiciones necesarias para la formación de investigadores universitarios en contextos caracterizados por una elevada complejidad y un creciente desarrollo tecnológico. En consecuencia, la autoorganización adquiere particular relevancia al explicar la capacidad de los sistemas para reorganizarse, adaptarse y generar nuevas estructuras operativas sin depender de mecanismos de control externo.

No obstante, a pesar de los avances observados en este campo, el corpus teórico de la literatura continúa abordando la complejidad, la autoorganización y la tecnodigitalización predominantemente como dimensiones independientes. Son escasos los estudios que han articulado estos tres factores dentro de un marco teórico que permita comprender sus interacciones y su contribución a la innovación metodológica en el desarrollo del pensamiento investigativo universitario. Esta fragmentación limita la construcción de marcos explicativos capaces de orientar el diseño de estrategias formativas acordes con las demandas actuales de la educación superior.

En respuesta a esta necesidad, el presente artículo desarrolla un modelo teórico integrador que articula la autoorganización, la complejidad, la tecnología y la digitalización como fundamentos de la innovación metodológica en la formación científica. La propuesta no pretende sustituir los diseños de investigación existentes; por el contrario, ofrece una perspectiva integradora que explica las relaciones entre sus componentes y contribuye al fortalecimiento y la comprensión de los procesos formativos en entornos universitarios caracterizados por el cambio constante, la interdisciplinariedad y la creciente digitalización de la investigación.

En este sentido, la contribución del modelo radica en articular la autoorganización como principio dinámico que orienta el desarrollo del investigador; la complejidad como fundamento epistemológico para comprender la construcción, deconstrucción y reconstrucción del conocimiento; y la tecnodigitalización como elemento mediador contemporáneo de los procesos de producción, validación y comunicación científica. Esta articulación permite superar los enfoques segmentados del desarrollo de capacidades investigativas y propone una comprensión integrada de los procesos mediante los cuales los investigadores desarrollan habilidades para responder a entornos científicos caracterizados por la incertidumbre, la interconexión y la transformación tecnológica.

Cabe señalar que este artículo se sustenta en el trabajo publicado previamente, Formación investigativa, Tecnodigitalización docente e Innovación metodológica (Torres-Vela et al., 2025), que estableció fundamentos iniciales relacionados con la transformación de los procesos de investigación y la formación del conocimiento. Sin embargo, el presente estudio no reproduce ni resume el contenido de dicha obra; más bien, constituye una reformulación conceptual orientada a examinar con mayor profundidad una problemática específica mediante una nueva argumentación estructural, la incorporación de literatura científica actualizada y la construcción de un modelo teórico específico. En consecuencia, el artículo reorganiza, amplía y articula categorías desarrolladas previamente, estableciendo nuevas conexiones entre la

autoorganización, la complejidad y la tecnodigitalización como fundamentos de la innovación metodológica en la formación investigativa universitaria.

Estas consideraciones dan lugar a la siguiente pregunta central de investigación: ¿Cómo pueden articularse la autoorganización, la complejidad y la tecnodigitalización en un modelo teórico que fundamente la innovación metodológica en la formación investigativa universitaria? En este contexto, el estudio tiene como objetivo desarrollar un modelo teórico de innovación metodológica fundamentado en la autoorganización, la complejidad y la tecnodigitalización para fortalecer el aprendizaje orientado a la indagación en la educación superior. Para ello, el estudio desarrolla una construcción conceptual interpretativa que reorganiza y profundiza los aportes teóricos provenientes de la epistemología, las ciencias de la complejidad, la investigación educativa y los estudios sobre transformación digital. De este modo, busca proporcionar un marco conceptual que pueda servir como referencia para futuras investigaciones, procesos de innovación curricular y estrategias institucionales orientadas al fortalecimiento de las competencias investigativas.

Marco teórico

La formación investigativa como proceso de construcción del conocimiento

El constructo de formación investigativa ha trascendido la adquisición de técnicas para diseñar y desarrollar proyectos de investigación o aplicar métodos investigativos. En la actualidad, constituye un proceso formativo orientado al desarrollo de habilidades para analizar situaciones problemáticas, construir conocimiento, evaluar evidencias y formular soluciones pertinentes en contextos dinámicos. Desde esta perspectiva, la investigación implica integrar dimensiones epistemológicas, metodológicas, éticas, tecnológicas y sociales que permiten comprenderla como una praxis académica en permanente transformación, y no como una actividad limitada a la elaboración de una tesis o proyecto final (Brew, 2006).

Numerosos estudios señalan que el fortalecimiento de las competencias investigativas requiere entornos de aprendizaje que promuevan la reflexión, la colaboración interdisciplinaria y el uso crítico de las tecnologías digitales. Thiem et al. (2023) señalaron que la educación investigativa se configura como un proceso continuo que contribuye a la autonomía intelectual y a la capacidad para responder a problemas complejos desde diferentes perspectivas. Desde este enfoque, la formación investigativa puede comprenderse como un proceso progresivo que favorece una participación cada vez más autónoma del estudiante en la construcción del conocimiento.

Sin embargo, una proporción considerable de los diseños educativos continúa sustentándose en secuencias lineales y procedimientos estandarizados que restringen la interacción entre disciplinas, limitan la flexibilidad metodológica y dificultan la adaptación a contextos caracterizados por la incertidumbre y el cambio continuo. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de reconsiderar los principios que sustentan el diseño de los procesos de formación investigativa.

La complejidad como fundamento para la innovación metodológica

Las ciencias de la complejidad proporcionan un enfoque teórico para comprender los procesos educativos como sistemas abiertos y dinámicos sometidos a una transformación constante. Desde esta perspectiva, los fenómenos educativos pueden explicarse mediante múltiples interacciones que generan comportamientos emergentes y nuevas formas de organización, en lugar de recurrir exclusivamente a relaciones lineales de causa y efecto (Kenny & Cirkony, 2022).

Aplicar la complejidad al aprendizaje de la investigación implica reconocer que aprender a investigar depende de las relaciones que se establecen entre el contexto institucional, las experiencias previas, la interacción académica, los recursos tecnológicos y las condiciones sociales en las que se desarrolla el proceso educativo, y no únicamente de la adquisición de conocimientos metodológicos. En consecuencia, la innovación metodológica requiere superar los enfoques fragmentados e incorporar perspectivas que favorezcan la integración de saberes y una comprensión integral de los problemas científicos.

Las universidades y sus sistemas de formación investigativa constituyen entornos complejos, caracterizados por la no linealidad, los comportamientos emergentes y las interacciones dinámicas entre múltiples agentes, entre ellos estudiantes, docentes y tecnologías (Ariza Angarita et al., 2025; Jeladze & Pata, 2018).

Desde esta perspectiva, la complejidad no representa únicamente una característica del objeto de estudio, sino también un principio organizador para el diseño de modelos formativos flexibles, adaptativos e interdisciplinarios. Abordar la complejidad requiere, por tanto, diseños que reconozcan la naturaleza impredecible y adaptativa de los procesos de aprendizaje e innovación, superando los enfoques lineales o prescriptivos (Dvoryatkina et al., 2021; Jeladze & Pata, 2018).

Autoorganización y aprendizaje en sistemas abiertos

La autoorganización puede comprenderse como un proceso que describe la capacidad de un sistema para generar nuevas formas de organización mediante las interacciones entre sus propios componentes, sin depender de procedimientos de control externo. Desarrollado inicialmente en el ámbito de las ciencias físicas e incorporado posteriormente a las ciencias sociales, este principio permite explicar cómo los sistemas evolucionan continuamente mediante procesos de adaptación y reorganización. En los sistemas alejados del equilibrio, este proceso puede manifestarse mediante la formación espontánea y posterior evolución de estructuras disipativas (Kerner & Osipov, 1990).

La recontextualización de esta perspectiva en el ámbito educativo permite comprender que el desarrollo de capacidades investigativas se fortalece cuando docentes, estudiantes e instituciones participan conjuntamente en la construcción activa del conocimiento, favoreciendo el aprendizaje colaborativo, la autorregulación y la producción colectiva de saberes. En consecuencia, la innovación metodológica trasciende la respuesta a modelos rígidos y se

configura como un proceso dinámico que se adapta continuamente a las necesidades del contexto.

Asimismo, el constructo de autoorganización explica la capacidad de los procesos educativos para incorporar nuevos conocimientos, reorganizar las prácticas académicas y formular respuestas innovadoras ante escenarios de incertidumbre, una característica particularmente relevante en el contexto actual de transformación digital. En este sentido, las herramientas y plataformas digitales pueden facilitar procesos de autoorganización descentralizada, al permitir que los grupos tomen decisiones de manera colaborativa y flexible dentro de los entornos académicos.

En consecuencia, la transformación digital actúa como un catalizador de la innovación metodológica al reconfigurar la adquisición de conocimientos, las metodologías de investigación y la gobernanza institucional (Akperov & Martynov, 2025; Kovalchuk et al., 2025).

Por consiguiente, la autoorganización constituye un principio relevante para comprender la innovación curricular y metodológica en las universidades, debido a que favorece procesos adaptativos y emergentes en la formación investigativa. Asimismo, puede contribuir al desarrollo de la autonomía y al surgimiento de nuevas prácticas educativas mediante dinámicas que no dependen exclusivamente de mecanismos de control centralizado (Ariza Angarita et al., 2025; Odintsova et al., 2023).

Tecnodigitalización y transformación de la investigación universitaria

La incorporación de tecnologías digitales posee un potencial significativo; sin embargo, su impacto depende de la manera en que estas herramientas se integran en los procesos educativos y contribuyen al fortalecimiento de las habilidades analíticas, el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la producción científica responsable. Por tanto, la adopción tecnológica por sí sola no constituye una innovación metodológica (Castro Benavides et al., 2020). En este sentido, la tecnodigitalización funciona como un factor articulador del proceso investigativo y no simplemente como un conjunto de recursos tecnológicos. Esta perspectiva supera las concepciones instrumentales de la digitalización al reconocer su papel en la transformación de los modelos de formación investigativa. Por ejemplo, las tecnologías sustentadas en inteligencia artificial y analítica del aprendizaje han ampliado las posibilidades para gestionar y analizar información, así como las formas de interacción entre investigadores, docentes, estudiantes y tecnologías a lo largo de los procesos académicos (Molenaar, 2022).

En consecuencia, la tecnodigitalización permite crear entornos de aprendizaje personalizados, adaptativos y enriquecidos mediante retroalimentación, favoreciendo así la autoorganización y la gestión de la complejidad en la formación investigativa (Dvoryatkina et al., 2021; Akperov & Martynov, 2025).

Integración conceptual del modelo propuesto

El análisis desarrollado en este estudio indica que el desarrollo de competencias investigativas, la autoorganización, la complejidad y la tecnodigitalización no constituyen dimensiones

independientes, sino componentes que interactúan dentro de un mismo sistema. Mientras la complejidad proporciona los presupuestos epistemológicos para comprender la naturaleza dinámica del constructo, la autoorganización explica los procesos mediante los cuales los sistemas educativos reorganizan sus prácticas y la tecnodigitalización amplía las posibilidades para crear y hacer circular el conocimiento científico.

Esta articulación da lugar al modelo teórico propuesto en el presente estudio, cuyo propósito consiste en proporcionar una estructura conceptual capaz de integrar estos componentes dentro de un marco de innovación metodológica a nivel universitario. El desarrollo de este modelo se presenta en la sección siguiente.

Metodología

El presente estudio adoptó un enfoque teórico-conceptual orientado al desarrollo de un modelo de innovación metodológica fundamentado en los principios de la autoorganización, la complejidad y la tecnodigitalización, aplicados a la formación investigativa universitaria. En este tipo de investigación, el objetivo principal consiste en generar nuevas explicaciones teóricas mediante la integración, reorganización y desarrollo crítico del conocimiento existente, en lugar de someter las hipótesis a procesos de falsación mediante datos empíricos (Jaakkola, 2020).

El proceso metodológico comprendió la identificación, selección y análisis crítico de literatura científica coherente con los fundamentos epistemológicos y metodológicos asociados al desarrollo de habilidades investigativas, la innovación metodológica, la complejidad y la transformación tecnodigital. Esta secuencia permitió examinar convergencias, divergencias y vacíos conceptuales, favoreciendo así el desarrollo de una propuesta teóricamente coherente y con capacidad explicativa (Post et al., 2020).

La configuración del modelo se desarrolló mediante una síntesis conceptual, entendida como una estrategia de reorganización del conocimiento que permite establecer relaciones entre conceptos previamente desarrollados desde diferentes campos disciplinares. Desde esta perspectiva, la investigación conceptual busca generar nuevas configuraciones explicativas mediante la integración de categorías, principios y relaciones emergentes, en lugar de limitarse a describir teorías existentes (Gilson & Goldberg, 2015).

El proceso de desarrollo teórico siguió tres etapas complementarias. La primera comprendió una delimitación epistemológica orientada a identificar los fundamentos filosóficos y científicos que sustentan la transformación de los modelos tradicionales de formación educativa orientada a la investigación hacia enfoques dinámicos, sistémicos y adaptativos. La segunda etapa correspondió a la integración conceptual mediante la articulación de aportes teóricos provenientes de la teoría de la complejidad, los sistemas adaptativos, la innovación educativa y los ecosistemas tecnodigitales. La tercera etapa consistió en la formalización del modelo propuesto, mediante la definición de sus componentes, relaciones y principios organizadores.

La lógica metodológica siguió un enfoque de construcción teórica basado en el razonamiento abductivo, mediante el cual las explicaciones emergen interactivamente a partir de conceptos

existentes y de la identificación de nuevas relaciones teóricas con capacidad para interpretar fenómenos contemporáneos. Desde esta perspectiva, el modelo no pretende constituir una representación definitiva de la realidad educativa, sino una arquitectura conceptual abierta, susceptible de desarrollo posterior, discusión académica y exploración ulterior en contextos aplicados (Locke et al., 2008).

La propuesta se sustenta en un enfoque integrador del conocimiento, mediante el cual la innovación metodológica emerge de las interacciones entre los sujetos, las tecnologías, la información y los contextos institucionales. En consecuencia, la construcción teórica concibe los procesos educativos como sistemas complejos caracterizados por interdependencias, mecanismos de retroalimentación y capacidades de adaptación continua, en lugar de estructuras lineales (Morin, 2005; Holland, 2014).

En consecuencia, la metodología empleada permitió desarrollar un modelo conceptual orientado a explicar cómo la autoorganización, la inteligencia tecnodigital y la complejidad pueden contribuir a redefinir los procesos de formación investigativa universitaria. La validez de la propuesta se sustenta en su consistencia argumentativa, articulación epistemológica y capacidad para generar nuevas preguntas de investigación, de acuerdo con los criterios establecidos para la construcción y el desarrollo de aportes teóricos en las ciencias sociales y la educación (Jaakkola, 2020; Post et al., 2020).

Resultados

A partir de la integración de los fundamentos epistemológicos, metodológicos, pedagógicos, éticos y tecnodigitales representados en el pentágono anterior, el estudio desarrolló el Modelo de Formación Investigativa Basado en la Autoorganización y la Tecnodigitalización. Este diseño propone una reorganización de los procesos formativos mediante interacciones dinámicas entre el investigador, el conocimiento, las tecnologías inteligentes y el entorno académico. Aunque estas interacciones ya tienen lugar en los procesos de formación investigativa universitaria, generalmente operan de manera implícita, sin una articulación explícita ni una organización sistemática.

Figura 1. Perspectiva multidimensional de la ciencia y la investigación



Nota. Esquema relacional de las dimensiones integradoras del conocimiento y la práctica científica. Elaboración

propia a partir de Popper (1934/2002), Ricoeur (1990), Russell y Norvig (2021), Shulman (1987) y Tashakkori y Teddlie (2003).

A partir de la integración de los fundamentos epistemológicos, metodológicos, pedagógicos, éticos y tecnodigitales representados en el pentágono anterior, se desarrolló el Modelo de Formación Investigativa Basado en la Autoorganización y la Tecnodigitalización. Este diseño propone una reorganización de los procesos formativos mediante interacciones dinámicas entre el investigador, el conocimiento, las tecnologías inteligentes y el entorno académico. Aunque estas interacciones ya tienen lugar en los procesos de formación investigativa, generalmente operan de manera implícita, sin una articulación explícita ni una organización sistemática.

Modelo de Formación Investigativa Basado en la Autoorganización y la Tecnodigitalización

Para estructurar conceptualmente los componentes, dimensiones, subdimensiones e indicadores del modelo propuesto, se elaboró la Tabla 1. Las dimensiones epistemológica y metodológica integran los marcos analíticos clásicos del diseño de investigación, mientras que el eje de autoorganización operacionaliza la capacidad de autorregulación a lo largo del proceso investigativo.

Tabla 1. Matriz de estructuración conceptual del modelo de formación investigativa

Componente	Dimensión / Eje	Subdimensiones	Indicadores	Evidencias / Aplicación
Eje central	Autoorganización (Wiener, 1948)	Autorregulación (Zimmerman, 2000)	Estructura los procesos de investigación	Diarios de campo
		Adaptabilidad (Savickas, 1997)	Ajusta los planes de acción	Portafolio reflexivo
		Aprendizaje autónomo (Knowles, 1975)	Toma decisiones de manera autónoma	Diseño autónomo de proyectos
		Paradigmas (Kuhn, 1962)	Distingue los hitos epistemológicos	Ensayos críticos
Estructural	Epistemológica (Popper, 1934/2002)	Construcción del conocimiento (Bunge, 1980)	Argumenta con evidencia científica	Matrices epistemológicas
		Pensamiento crítico (Paul & Elder, 2006)	Analiza la validez del conocimiento	Fundamentación racional del estudio
	Metodológica (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)	Diseños de investigación (Creswell & Creswell, 2018)	Selecciona métodos apropiados	Propuestas de investigación
		Métodos (Tashakkori & Teddlie, 2003)	Diseña investigaciones coherentes	Instrumentos validados
		Técnicas e instrumentos (Arias, 2012)	Aplica técnicas de análisis	Análisis de datos
	Ética (Ricoeur, 1990)	Integridad científica (Resnik, 2015)	Aplica principios éticos de investigación	Declaraciones éticas
		Responsabilidad social (Vallaes, 2014)	Previene y evita el plagio académico	Reportes de software antiplagio
		Ética digital (Floridi, 2013)	Utiliza datos de manera responsable	Protocolos de investigación

	Pedagógica (Shulman, 1987)	Competencias investigativas (Restrepo, 2003) Didáctica de la investigación (Stenhouse, 1998) Aprendizaje basado en investigación (Barrows, 1986)	Desarrolla habilidades de investigación Aplica metodologías activas Analiza críticamente su propia práctica	Rúbricas de evaluación Proyectos de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) Diarios reflexivos
Componente	Dimensión / Eje	Subdimensiones	Indicadores	Evidencias / Aplicación
Estructural	Tecnodigital (Russell & Norvig, 2021)	Inteligencia Artificial aplicada (Luckin et al., 2016)	Utiliza herramientas de IA asistida	Software de analítica (SPSS, R, NVivo, ATLAS.ti)
		Big Data (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013)	Analiza grandes volúmenes de datos	Minería de datos y analítica predictiva
		Entornos digitales (Siemens, 2005)	Integra tecnologías en la investigación	Plataformas académicas y gestores
Dinámico	Capacidad evolutiva (Vygotsky, 1978)	Progresión del aprendizaje (Biggs & Collis, 1982)	Evidencia la mejora progresiva	Evaluaciones secuenciales
		Complejidad cognitiva (Hayes et al., 2021).	Integra conocimientos complejos	Portafolio de evidencias
	Trazabilidad (Kaiya et al., 2017)	Seguimiento del proceso (Abran, 2010)	Documenta los procesos de investigación	Registros o bitácoras
		Reproducibilidad (Peng, 2011)	Justifica las decisiones metodológicas	Protocolos y repositorios de datos abiertos

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz se fundamenta en la articulación de las dimensiones epistemológica, metodológica y sistémica de la formación investigativa.

Integración del modelo: hacia una nueva racionalidad de la formación investigativa

La integración del modelo propuesto constituye una contribución que trasciende la dimensión pedagógica, al plantear un enfoque emergente mediante el cual los estudiantes pueden comprender los procesos implicados en la adquisición de competencias investigativas para estudios de cualquier nivel y con distintos grados de profundidad teórica en el ámbito universitario. Más que limitarse a organizar estrategias para desarrollar competencias orientadas a aplicaciones metodológicas, el modelo busca replantear los fundamentos desde los cuales se construye el conocimiento científico.

Durante décadas, los procesos pedagógicos orientados a la formación de investigadores en contextos universitarios se han centrado en el dominio de métodos, técnicas e instrumentos destinados a producir resultados verificables. Si bien este enfoque ha generado avances significativos en la consolidación de la ciencia moderna, presenta limitaciones al momento de explicar fenómenos caracterizados por la complejidad, la interacción de múltiples variables y la dinámica sostenida de los contextos sociales, educativos y tecnológicos.

Frente a esta realidad, el modelo plantea una racionalidad investigativa integradora, en la cual investigar implica más que aplicar procedimientos predefinidos; supone comprender, interpretar y configurar nuevas formas de aproximación al conocimiento. En consecuencia, el investigador trasciende el papel de mero ejecutor de métodos, técnicas y procedimientos y se configura como un constructor de conocimiento mediante una relación dinámica entre teoría, experiencia, contexto y reflexión crítica.

Esta perspectiva se articula con una concepción del aprendizaje para investigar fundamentada en la integración del ser, saber, hacer y comprender, concebidos como esferas complementarias del desarrollo científico. Los investigadores requieren no solo competencias técnicas, sino también la capacidad para formular preguntas significativas, interpretar realidades complejas, establecer conexiones conceptuales y asumir una posición ética frente al conocimiento que producen.

Desde esta perspectiva, la investigación adquiere un carácter autoorganizativo, debido a que el proceso de construcción del conocimiento no permanece fijo ni sigue una única trayectoria metodológica predeterminada. Por el contrario, los problemas de investigación exigen una reorganización continua de conceptos, enfoques y procedimientos de acuerdo con las características del fenómeno objeto de estudio. Por tanto, la formación investigativa debe preparar a los investigadores para desenvolverse en la incertidumbre y la complejidad inherentes al proceso científico.

La tecnodigitalización constituye otro componente que transforma los enfoques tradicionales de la investigación. Las nuevas herramientas digitales amplían las posibilidades de acceder, analizar y representar el conocimiento; sin embargo, su valor depende de la capacidad de los investigadores para utilizarlas desde una perspectiva crítica y reflexiva. En consecuencia, la tecnología funciona como un factor que potencia la investigación, pero no sustituye la capacidad humana para interpretar, argumentar y generar significado.

En este sentido, la construcción teórica propone trascender los límites de una racionalidad investigativa centrada en la dimensión instrumental del método para avanzar hacia una racionalidad configurativa, en la que el rigor científico se entrelaza con la coherencia epistemológica, la consistencia metodológica, la pertinencia del conocimiento generado y su contribución a la comprensión y transformación de la realidad.

Por consiguiente, la formación investigativa universitaria requiere una transformación profunda: pasar de preparar investigadores centrados principalmente en el cumplimiento de protocolos metodológicos a formar individuos y colectivos capaces de construir conocimiento en contextos complejos. Los investigadores contemporáneos deben generar nuevas formas de formular preguntas, establecer conexiones entre diferentes formas de conocimiento y elaborar interpretaciones que amplíen las fronteras del saber, en lugar de limitarse a responder preguntas previamente formuladas.

Finalmente, el modelo integrado representa una reconfiguración epistemológica de la investigación universitaria, al concebir el conocimiento científico como un proceso dinámico, relacional y abierto. Su contribución central radica en proponer una perspectiva que supera la

reducción de la investigación a una actividad técnica y la reconoce, en cambio, como una práctica intelectual y social mediante la cual la universidad participa activamente en la construcción de nuevas comprensiones de la realidad.

Discusión

El análisis conceptual sustenta una comprensión de la formación investigativa como un constructo multidimensional que trasciende el dominio de los procedimientos metodológicos y se configura, en cambio, mediante la interacción de dimensiones epistemológicas, pedagógicas, metodológicas, éticas y tecnodigitales. Esta interpretación coincide con Morin (2001), quien sostiene que los fenómenos complejos adquieren sentido a partir de las relaciones e interacciones entre sus componentes, más que mediante el análisis aislado de sus elementos constitutivos. De manera similar, se relaciona con el enfoque basado en competencias propuesto por Tobón (2016), que concibe la formación como un proceso integrado en el que convergen capacidades, conocimientos, valores y desempeños orientados hacia situaciones concretas.

Los hallazgos amplían estos planteamientos al incorporar la tecnodigitalización como una dimensión estructural de la formación investigativa contemporánea. Esta incorporación reconoce que las tecnologías digitales no funcionan únicamente como recursos de apoyo para los investigadores, sino que también transforman las formas de producir, organizar, validar y comunicar el conocimiento científico. En consecuencia, la formación investigativa requiere nuevas capacidades relacionadas con la interpretación de información digital, el uso crítico de herramientas tecnológicas y la toma de decisiones en entornos progresivamente más complejos.

Dentro de este marco de inteligibilidad, investigar implica un proceso continuo de reflexión epistemológica, construcción conceptual y responsabilidad ética. Los aportes de Bunge (2004) y Schön (1983) permiten comprender que la actividad científica requiere tanto una estructura lógica del conocimiento como la capacidad de los investigadores para reflexionar críticamente sobre su propia práctica. No obstante, los hallazgos respaldan un desplazamiento hacia una perspectiva dinámica, en la que los investigadores emplean conocimientos previamente establecidos para reconstruir y generar nuevos saberes mediante la interacción constante con la realidad objeto de estudio.

En relación con la dimensión tecnodigital, los resultados indican que la incorporación de la inteligencia artificial, el análisis de datos, las plataformas colaborativas y las prácticas asociadas con la ciencia abierta transforma continuamente los procesos tradicionales de investigación.

Estos hallazgos guardan correspondencia con los estudios de Zawacki-Richter et al. (2019) y Holmes et al. (2019), quienes destacan el creciente impacto de la inteligencia artificial en los procesos educativos y científicos. Asimismo, Floridi (2019) sostiene que la transformación digital genera nuevas formas de organización del conocimiento mediante procesos de interacción entre los seres humanos y la tecnología.

En esta línea, la propuesta amplía los planteamientos de Castells (2010) sobre la sociedad en red, al reconocer que la investigación contemporánea circula a través de redes de información, posibilitando nuevas formas de construcción epistemológica mediadas por entornos digitales.

En este contexto, la tecnodigitalización representa una transición en las condiciones bajo las cuales se produce, comunica y legitima el conocimiento científico.

En este escenario, principios como la ciencia abierta, la trazabilidad y la reproducibilidad adquieren especial relevancia, debido a que fortalecen la transparencia y la calidad de los procesos investigativos al favorecer la documentación, verificabilidad y replicabilidad de los procedimientos y resultados obtenidos (Nosek et al., 2015; Vicente-Saez & Martinez-Fuentes, 2018). Desde esta perspectiva, la transparencia científica también implica hacer visibles los procesos, responsabilidades y procedimientos involucrados en la producción del conocimiento, promoviendo así la rendición de cuentas y la gobernanza dentro de las comunidades científicas (Kosmarski et al., 2019).

Interpretar la formación investigativa desde la perspectiva de la complejidad permite superar los marcos lineales sustentados en la transmisión de contenidos y procedimientos. Siguiendo a Morin (2001), los sistemas complejos presentan características de interacción, adaptación y reorganización continua, lo que demanda un diálogo permanente. Bajo esta comprensión, el constructo emerge como un proceso en el que las relaciones entre los sujetos, el conocimiento, las tecnologías y los contextos generan nuevas configuraciones de aprendizaje y producción científica.

Esta perspectiva guarda relación con los planteamientos de Prigogine (1996) sobre los sistemas alejados del equilibrio, la inestabilidad y la emergencia de nuevas formas de organización, en cuanto dichos sistemas pueden generar nuevos órdenes mediante procesos dinámicos de transformación. De manera complementaria, la teoría de la autopoiesis propuesta por Maturana y Varela (1980) proporciona fundamentos para interpretar sistémicamente los procesos de investigación y formación: estos procesos mantienen su identidad y, simultáneamente, se reorganizan mediante sus interacciones con la realidad. Asimismo, los aportes de Luhmann (1995) permiten comprender la formación investigativa como un sistema social que se desarrolla mediante procesos comunicativos, reflexivos y de construcción de significado.

Desde esta perspectiva sistémica, la formación investigativa emerge como una estructura dinámica que se reorganiza continuamente mediante las interacciones entre las capacidades internas de los investigadores y las condiciones externas de los entornos científicos y educativos. Esta interpretación se complementa con Habermas (1984), quien destaca que la construcción y validación del conocimiento requieren procesos de comunicación intersubjetiva y argumentación racional. En última instancia, la formación investigativa constituye un espacio en el que convergen la construcción personal del conocimiento, la interacción social y la legitimación científica.

Estas interpretaciones también respaldan la necesidad de abordar la formación investigativa desde la complejidad y la transdisciplinariedad. Esta posición coincide con Morin (2007), quien sostiene que los fenómenos educativos deben abordarse a partir de relaciones de interdependencia, y con Nicolescu (1996), quien propone trascender las fronteras disciplinares tradicionales para favorecer nuevas formas de comprender el conocimiento.

Dentro de este horizonte interpretativo, la principal contribución del estudio radica en proponer una comprensión configuracional de la formación investigativa que trasciende las perspectivas centradas exclusivamente en las competencias metodológicas o en el uso instrumental de las tecnologías. La formación de investigadores universitarios requiere integrar dimensiones cognitivas, epistemológicas, éticas y tecnológicas capaces de responder a los desafíos contemporáneos de la producción de conocimiento científico. En consecuencia, el modelo propuesto proporciona fundamentos para orientar procesos formativos adaptativos, flexibles y sensibles al contexto, en los que la investigación se configura como una práctica compleja de construcción, transformación y evolución del conocimiento.

Conclusiones

La formación investigativa en las universidades requiere una comprensión más amplia que trascienda los paradigmas hegemónicos centrados en el dominio de métodos, técnicas e instrumentos. Los hallazgos analíticos permiten concluir que la formación investigativa constituye un constructo multidimensional en el que interactúan componentes epistemológicos, pedagógicos, metodológicos, éticos y tecnodigitales. Su articulación posibilita nuevas formas de comprender y desarrollar la investigación científica en la educación superior.

El modelo propuesto facilita la interpretación de la investigación y la formación como un proceso dinámico y configuracional, en el cual el investigador construye conocimiento mediante la interacción entre sus habilidades individuales, los fundamentos teóricos, las condiciones contextuales y las herramientas tecnológicas disponibles. Desde este marco de inteligibilidad, la investigación trasciende una práctica limitada a la aplicación de procedimientos establecidos y se configura como una práctica reflexiva, crítica y transformadora.

Los hallazgos también demuestran que la tecnodigitalización constituye una dimensión estructural de la investigación contemporánea. La incorporación de la inteligencia artificial, el análisis de datos, las plataformas colaborativas y los principios de ciencia abierta representa más que una modernización instrumental; estos elementos transforman las formas de producir, validar y comunicar el conocimiento científico. En consecuencia, la formación investigativa debe promover nuevas capacidades que permitan a los investigadores interactuar críticamente con estos entornos tecnológicos.

Desde una perspectiva de la complejidad, la formación investigativa puede comprenderse como un sistema abierto, adaptativo y autoorganizado, en el cual las interacciones entre sus componentes generan nuevas configuraciones de aprendizaje y producción científica. Esta interpretación permite superar los modelos lineales de formación y reconocer el desarrollo del investigador como un proceso continuo que implica reorganización, reflexión y construcción de significado.

La contribución central del estudio radica en proponer una racionalidad integradora para la formación investigativa que articule las dimensiones del ser, saber, hacer y conocer como fundamentos para formar investigadores capaces de interpretar fenómenos complejos y generar conocimiento pertinente. La propuesta amplía los marcos canónicos al incorporar una

perspectiva en la que la investigación se desarrolla mediante dinámicas dialécticas que involucran la interacción epistemológica, la comunicación científica y la mediación tecnológica.

Finalmente, las universidades enfrentan el desafío de transformar sus diseños de formación investigativa hacia enfoques flexibles, interdisciplinarios, transdisciplinarios y sensibles al contexto. La formación de investigadores del siglo XXI requiere competencias metodológicas, capacidad crítica, responsabilidad ética, pensamiento complejo y dominio reflexivo de las tecnologías emergentes. En este sentido, el modelo propuesto constituye una contribución teórica orientada a fortalecer las formas de comprender la investigación como un proceso evolutivo de construcción y transformación del conocimiento.

Referencias

- Abran, A. (2010). *Software metrics and software metrology*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470606834>
- Akperov, I. G., & Martynov, B. V. (2025, November). Integrated organisational design for enhancing digital consciousness through metacompetency development. In *International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry* (pp. 239–247). Springer Nature Switzerland.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.^a ed.). Episteme.
- Ariza Angarita, Y., Correa de Molina, C., Bohórquez Arévalo, L. E., & Mendoza Guerra, J. M. (2025). Auto organización para la innovación curricular: Una mirada desde las universidades. *Revista de Ciencias Sociales*, 31(2), 278–294. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i2.43766>
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10375-3>
- Brew, A. (2006). *Research and teaching: Beyond the divide*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-0-230-36502-5>
- Bunge, M. (1980). *Epistemología: Curso de actualización*. Ariel.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía* (3.^a ed.). Siglo XXI Editores.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444319514>
- Castro Benavides, L. M., Tamayo Arias, J. A., Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., & Burgos, D. (2020). Digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review. *Sensors*, 20(11), 3291. <https://doi.org/10.3390/s20113291>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dvoryatkina, S. N., Zhuk, L. V., Smirnov, E. I., & Shcherbatykh, S. V. (2021). Didactic model of development of research activities of schoolchildren in a hybrid intellectual learning environment. *Perspectives of science and education*, (2), 278–292.
- Floridi, L. (2013). *The ethics of information*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001>

Floridi, L. (2019). *The logic of information: A theory of philosophy as conceptual design*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198833635.001.0001>

Gilson, L. L., & Goldberg, C. B. (2015). Editors' comment: So, what is a conceptual paper? *Group & Organization Management*, 40(2), 127–130. <https://doi.org/10.1177/1059601115576425>

Habermas, J. (1984). *The theory of communicative action: Volume 1. Reason and the rationalization of society*. Beacon Press.

Hayes, H., Demeter, M., Morris, J. G., & Trajkovski, G. (2021). Transparency of cognitive complexity in performance assessments: A validity study. *Journal of Competency-Based Education*, 6(2), e01244. <https://doi.org/10.1002/cbe2.1244>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Holland, J. H. (2014). *Complexity: A very short introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780199662548.001.0001>

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>

Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: Four approaches. *AMS Review*, 10, 18–26. <https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0>

Jeladze, E., & Pata, K. (2018). The model of self-organization in digitally enhanced schools. *IxD&A*, 39, 61–77.

Kaiya, H., Sato, R., Hazeyama, A., Ogata, S., Okubo, T., Tanaka, T., Yoshioka, N., & Washizaki, H. (2017). Preliminary systematic literature review of software and systems traceability. *Procedia Computer Science*, 112, 1141–1150. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.152>

Kenny, J. D., & Cirkony, C. (2022). Uso de perspectivas sistémicas para desarrollar principios fundamentales para la reforma educativa. *Australian Journal of Teacher Education*, 47(1). <https://doi.org/10.14221/ajte.2022v47n1.6>

Kerner, B. S., & Osipov, V. V. (1990). Self-organization in active distributed media: Scenarios for the spontaneous formation and evolution of dissipative structures. *Soviet Physics Uspekhi*, 33(9), 679–719. <https://doi.org/10.1070/PU1990v033n09ABEH002627>

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Cambridge Adult Education.

Kosmarski, A. A., Kartavtsev, V. V., Podorvanyuk, N. Y., & Bode, M. M. (2019). Tribes and transparency: Prospects for digital governance in Russian science. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*, 6(154), 65–90. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2019.6.05>

Kovalchuk, V., Kovalchuk, A., Vovk, B., Derevyanchuk, O., & Rozhkov, O. (2025, June). Model of digitalization professional training of future vocational education teachers. In *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol. 3, pp. 195–201)*.

Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.

Locke, K., Golden-Biddle, K., & Feldman, M. S. (2008). Perspective—Making doubt generative: Rethinking the role of doubt in the research process. *Organization Science*, 19(6), 907–918. <https://doi.org/10.1287/orsc.1080.0398>

- Luhmann, N. (1995). *Social systems*. Stanford University Press.
<https://www.sup.org/books/sociology/social-systems>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. D. Reidel Publishing Company. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-8947-4>
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Molenaar, I. (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 57(4), 632–645. <https://doi.org/10.1111/ejed.12527>
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Ediciones Paidós.
- Morin, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Morin, E. (2007). *La cabeza bien puesta: Repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Nueva Visión.
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinarité: Manifeste*. Éditions du Rocher.
- Nosek, B. A., Alter, G., Banks, G. C., Borsboom, D., Bowman, S. D., Breckler, S. J., Buck, S., Chambers, C. D., Chin, G., Christensen, G., Contestabile, M., Dafoe, A., Eich, E., Freese, J., Glennerster, R., Goroff, D., Green, D. P., Hesse, B., Humphreys, M., ... Yarkoni, T. (2015). Promoting an open research culture. *Science*, 348(6242), 1422–1425. <https://doi.org/10.1126/science.aab2374>
- Odintsova, L. A., Bronnikova, L. M., & Grigoreva, O. Y. (2023). Readiness to continuous mathematical self-education among pedagogical university student. In *Advances in natural, human-made, and coupled human-natural systems research: Volume 1* (pp. 677–687). Springer International Publishing.
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *Critical thinking: Learn the tools the best thinkers use*. Pearson Prentice Hall.
- Peng, R. D. (2011). Reproducible research in computational science. *Science*, 334(6060), 1226–1227. <https://doi.org/10.1126/science.1213847>
- Popper, K. R. (2002). *The logic of scientific discovery* (2nd ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203994627>
- Post, C., Sarala, R., Gatrell, C., & Prescott, J. E. (2020). Advancing theory with review articles. *Journal of Management Studies*, 57(2), 351–376. <https://doi.org/10.1111/joms.12549>
- Prigogine, I. (1996). *La fin des certitudes: Temps, chaos et les lois de la nature*. Odile Jacob.
- Resnik, D. B. (2015). *What is ethics in research & why is it important?* National Institute of Environmental Health Sciences.
- Restrepo, B. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la universidad. *Nómadas*, (18), 195–202.
- Ricoeur, P. (1990). *Soi-même comme un autre*. Éditions du Seuil.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Savickas, M. L. (1997). Career adaptability: An integrative construct for life-span, life-space theory. *The Career Development Quarterly*, 45(3), 247–259. <https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.1997.tb00469.x>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.

Stenhouse, L. (1998). *La investigación y desarrollo del currículum* (4.^a ed.). Morata.

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2003). *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. SAGE Publications.

Thiem, J., Preetz, R., & Haberstroh, S. (2023). How research-based learning affects students' self-rated research competences: Evidence from a longitudinal study across disciplines. *Studies in Higher Education*, 48(7), 1039–1051. <https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2181326>

Tobón, S. (2016). *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Ecoe Ediciones.

Torres-Vela, S. A., Barbachan-Ruales, E. A., Aponte-Limaco, J. J., Mendoza-Avendaño, E. A., & Yana-Quispilaya, D. D. (2025). *Formación investigativa, tecnodigitalización docente e innovación metodológica*. Oriente-Manabí Editorial. <https://doi.org/10.63618/omeditorial/14>

Vallaes, F. (2014). La responsabilidad social universitaria: Un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 5(12), 105–117. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2014.12.112>

Vicente-Saez, R., & Martinez-Fuentes, C. (2018). Open science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*, 88, 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*. Technology Press.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>