

Industria 5.0 Colombia: competencias para la IA del trabajador aumentado
Andrés Eduardo Echeverría Ramírez¹
Julio de 2026

Resumen

Este documento analiza las competencias que requiere el trabajador colombiano para la transición hacia la Industria 5.0, y sostiene que su desarrollo opera en dos niveles interdependientes. Tres competencias técnicas (alfabetización en inteligencia artificial, analítica de datos y comprensión funcional de sistemas ciberfísicos) aportan la condición tecnológica de la transición; cinco competencias diferenciales (pensamiento crítico, creatividad, inteligencia emocional, comunicación compleja y liderazgo bajo incertidumbre) le dan su orientación de propósito. El documento identifica dos condiciones habilitantes transversales, de naturaleza socioeconómica e institucional, y examina los mecanismos de formación disponibles para cada competencia en el contexto colombiano, con fundamento en el CONPES 4144 y la Clasificación Única de Ocupaciones. Con base en este análisis, propone cuatro condiciones de política pública orientadas al desarrollo de talento digital en Colombia.

Palabras clave: Industria 5.0 Colombia; Competencias para la IA; Trabajador aumentado; Talento digital; Formación de competencias; Política pública de IA.

1. Introducción

El trabajador aumentado de la Industria 5.0 opera en un contexto productivo en el cual el bienestar humano ocupa la cúspide de la pirámide de objetivos (Breque et al., 2021). Sin embargo, esa reorientación de propósito depende de que el trabajador desarrolle un conjunto específico de competencias, sin las cuales la promesa de centralidad humana de la Industria 5.0 permanece en el plano conceptual. De esta forma, la pregunta que orienta el desarrollo de este documento hace referencia a cuáles son esas competencias y cómo se pueden desarrollar en el marco de la política pública colombiana.

Así mismo, el argumento central sostiene que las competencias del trabajador aumentado se organizan en dos niveles complementarios. El primero corresponde a tres competencias técnicas, que constituyen la condición tecnológica de acceso al ecosistema digital: alfabetización en inteligencia artificial, analítica de datos y comprensión funcional de sistemas ciberfísicos. El segundo corresponde a cinco competencias diferenciales, que constituyen la orientación de

¹ Politólogo de la Universidad del Rosario y magíster en Gobierno y Políticas Públicas de la Universidad Externado de Colombia. Cuenta con trayectoria en articulación institucional, formulación e implementación de política pública, que incluye la construcción técnica del CONPES 3931 de 2018. Es docente universitario en programas de Ciencia Política y Gestión Pública, y está vinculado a CIDL (Consultoría Interdisciplinaria para el Desarrollo Local, cidl.com.co), desde donde investiga la Industria 5.0 y la inteligencia artificial como líneas emergentes de la política pública colombiana. Contacto: echeverriaramirez.andreseduardo@gmail.com.

propósito que diferencia a la Industria 5.0 de su antecesora: pensamiento crítico, creatividad, inteligencia emocional, comunicación compleja y liderazgo bajo incertidumbre.

En este orden de ideas, el documento se organiza en cinco secciones. La primera plantea la situación problemática asociada con el desarrollo insuficiente o desigual de las competencias diferenciales en Colombia. La segunda presenta las tres competencias técnicas que aportan la condición tecnológica de la transición. La tercera aborda el fundamento conceptual de las cinco competencias diferenciales (en diálogo con su genealogía teórica clásica). La cuarta desarrolla, para cada una de las cinco competencias, los mecanismos de fortalecimiento disponibles (en educación y en el sector productivo). La quinta sintetiza el análisis en condiciones de política pública para Colombia.

2. Planteamiento del problema

La transición de Colombia hacia la Industria 5.0 enfrenta una problemática asociada con el desarrollo incipiente o desigual de las competencias diferenciales necesarias en el marco de la actual revolución del modelo productivo: pensamiento crítico, creatividad, inteligencia emocional, comunicación compleja y liderazgo bajo incertidumbre.

En primer término, la ausencia de pensamiento crítico consolidado se refleja en que los procesos de formación y las redes de colaboración que lo fortalecen se concentran en los grandes centros educativos y empresas, mientras las pymes y los entornos con menor conectividad quedan rezagados (Brkovic et al., 2023). Al respecto, el CONPES 4144 plantea que solo una minoría de las empresas del país participa en el diseño de la oferta de formación técnica y superior, lo cual profundiza el desajuste entre lo que se enseña y lo que el mercado realmente necesita (CONPES, 2025).

Así mismo, se identifica otra dificultad asociada con el (posible) debilitamiento del pensamiento crítico de quien escribe cuando se hace uso de escritura asistida a través de los modelos de Inteligencia Artificial Generativa, en la medida que la persona puede perder el hilo de sus propias ideas. En este sentido, se dificulta su sustentación, defensa o recordación posterior². En los

² Un estudio del MIT Media Lab, todavía sin revisión por pares (Kosmyrna et al., 2025), encontró evidencia empírica de este riesgo: en una tarea de escritura asistida por IA generativa, ninguno de los dieciocho participantes evaluados (0/18) pudo citar de memoria su propio texto minutos después de haberlo escrito, frente a dieciséis de dieciocho en el grupo que escribió sin ninguna herramienta. Es importante precisar

ámbitos académicos, esta situación es especialmente relevante en la medida que el pensamiento crítico, más que producir un texto, implica comprender y apropiarse lo que el texto establece. Así mismo, existe el riesgo, de acuerdo con lo planteado por Molodtsova et al. (2025) y Morocho et al. (2025) que un sistema entrenado con patrones históricos pueda reproducir prejuicios (sociales y territoriales, entre otros).

En lo referente a la creatividad, Puertollano Galán y Castro-Díaz (2025) plantean que la dependencia de datos de entrenamiento, al usar Inteligencia Artificial Generativa, favorece una “estética estandarizada” y una “creatividad parasitaria” que, en lugar de contribuir con innovación verdadera, imitan estilos preexistentes. Para el caso colombiano, de acuerdo con lo expuesto por el CONPES 4144, un riesgo adicional lo constituye la estandarización cultural, entendida como la generación masiva de contenido con datos foráneos que puede desplazar expresiones culturales locales, en ausencia de una política deliberada de apropiación social del conocimiento (CONPES, 2025). Este riesgo se agrava por una brecha de capacidad concreta: solo el 0,7 % de las microempresas colombianas (vehículo frecuente de la producción cultural local y regional) ha adoptado IA, frente al 9,7 % de las grandes empresas (CONPES, 2025).

Por su parte, en lo concerniente al déficit de inteligencia emocional, el Foro Económico Mundial plantea que, en la época actual, como resultado de una mayor masificación de la Inteligencia Artificial, se identifica una crisis de identidad profesional derivada del desplazamiento laboral, distinta del desempleo como fenómeno económico (World Economic Forum, 2026). Igualmente, se suma una posible desensibilización digital resultante de la exposición constante a contenido mediado por algoritmos, que puede contribuir con la erosión del vínculo de preocupación por los demás en el cual se sustenta la cohesión social (World Economic Forum, 2026).

Al mismo tiempo, en términos de inteligencia emocional, se identifica otro riesgo asociado con la tecnología como instrumento de vigilancia sobre el desempeño, lo cual conlleva a que la persona pierda margen de decisión sobre su propio trabajo. Al respecto, la medición constante del rendimiento, aunque se constituye como una herramienta de mejora, tiende a sustituir con métricas externas el juicio profesional, lo cual puede generar lo que se ha denominado tecnoestrés y una erosión de la autonomía de quien la utiliza (Matamala-Pizarro y Belmar-

que estos resultados deben leerse como evidencia preliminar, no concluyente. Los autores señalan explícitamente que se trata de un preprint y de una muestra reducida (54 participantes, de cinco instituciones del área de Boston).

Riquelme, 2025)³. Considerar esta idea, resulta pertinente para el caso colombiano, en la medida en que las herramientas que hoy se promueven como apoyo a la productividad pueden, sin las salvaguardas adecuadas, convertirse en un factor de afectación para la salud mental.

Con respecto a la comunicación compleja, la situación problemática surge de lo que Gans (2025) denomina “habla barata” que hace referencia a la producción de contenido con inteligencia artificial generativa, que, si bien reduce drásticamente su costo, conlleva a la vez, a que los canales de comunicación (tanto privados como públicos) se saturen de mensajes que no garantizan valor ni fiabilidad, lo cual erosiona la función de comunicar como acto que aporta sentido. Este riesgo se profundiza en la medida de que buena parte de lo que un trabajador o una institución comunican constituye conocimiento tácito (no reducible a datos ni a código) de tal forma que ninguna explicación generada automáticamente sustituye a quien interpreta el contexto real de una decisión (Sanabria et al., 2019).

La Política Nacional de Inteligencia Artificial reconoce esta misma situación al establecer que el trabajador debe poder dar cuenta de una decisión automatizada. No obstante, de acuerdo con el CONPES, Colombia todavía no cuenta con un mecanismo operativo que haga esa exigencia verificable en la práctica, ni al interior de las organizaciones ni frente a la ciudadanía que depende de esas decisiones (CONPES, 2025).

En lo que respecta al liderazgo bajo incertidumbre, este enfrenta el riesgo de que las decisiones algorítmicas se conviertan en una caja negra institucional. En otras palabras, esto quiere decir que una organización tome decisiones fundamentadas en un sistema automatizado sin que nadie pueda cuestionar cómo se llegó a las mismas. Tanto el CONPES 4144 como el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial documentan este riesgo para la región (CONPES, 2025; CEPAL y CENIA, 2025). Adicionalmente, Ramos Luna (2025) plantea que muchas instituciones adoptan sistemas algorítmicos más para ganar legitimidad ante otros actores, y no porque respondan a necesidades técnicas reales: cuando la tecnología se adopta por presión externa y no por utilidad comprobada, las decisiones que produce terminan reduciendo trayectorias completas de las personas a datos opacos, sin que nadie pueda cuestionarlas.

³ Azor Oliver (2026) documenta este mecanismo en el personal de la administración de justicia española, sometido a sistemas de medición algorítmica que registran de forma continua indicadores individuales de productividad.

Finalmente, más que riesgos adicionales en el marco de la situación problemática expuesta, existen dos condiciones clave que pueden facilitar el desarrollo de las cinco competencias diferenciales mencionadas.

La primera condición hace referencia a la precondition socioeconómica del desarrollo cognitivo. Al respecto, Jiménez Quesada (2026) plantea que la capacidad del cerebro para formar nuevas conexiones y aprender (plasticidad cerebral), depende de que estén resueltas necesidades básicas como la alimentación, la vivienda y la estabilidad financiera. En su ausencia, el cerebro prioriza la supervivencia inmediata sobre el aprendizaje complejo. En términos reales, esto significa que ni la creatividad, ni la comunicación compleja, ni el liderazgo bajo incertidumbre pueden desarrollarse en un trabajador cuya situación económica básica es inestable, sin importar cuántos programas de formación reciba.

La segunda condición consiste en la infraestructura psicológica y cívica pública frente a la incertidumbre. Como se mencionaba más arriba, con respecto a la crisis de identidad profesional y la desensibilización digital que afectan a la inteligencia emocional, el Foro Económico Mundial (2026) plantea que más allá de brindar formación individual, se requieren mecanismos públicos de acompañamiento (por ejemplo, espacios accesibles de apoyo psicológico), y una ciudadanía preparada para afrontar el desplazamiento tecnológico sin perder el sentido de pertenencia colectiva.

Estas dos condiciones son transversales a la mayoría de las cinco competencias diferenciales (la precondition socioeconómica sostiene la creatividad, la comunicación compleja y el liderazgo bajo incertidumbre; la infraestructura psicológica y cívica sostiene la inteligencia emocional y el liderazgo bajo incertidumbre) y se constituyen como el punto de partida obligatorio para la consideración de propuestas de política pública.

3. Competencias técnicas: la base de acceso al ecosistema digital

El primer nivel de la taxonomía de competencias del trabajador aumentado corresponde al conjunto de destrezas instrumentales que permiten la interacción funcional con las tecnologías habilitantes de la Industria 5.0. A diferencia de las competencias diferenciales, que dependen de atributos exclusivamente humanos, estas tres competencias se articulan con la máquina en su ejecución operativa, aunque su despliegue efectivo supone un componente de juicio y responsabilidad que ningún sistema automatizado ejerce por sí solo.

3.1. Alfabetización en inteligencia artificial

La alfabetización en inteligencia artificial se constituye como la puerta de entrada a los sistemas inteligentes en los cuales se basa la producción industrial contemporánea. El CONPES 4144 la define como la capacidad de la fuerza laboral y de las organizaciones para implementar y gestionar soluciones tecnológicas avanzadas en entornos complejos, lo cual conlleva tanto una cultura abierta al uso de herramientas digitales como el desarrollo de saberes expertos en ciencia de datos (CONPES, 2025). Suciú et al. (2023) refuerzan este argumento al ubicar la alfabetización tecnológica entre las competencias centrales con mayor proyección de crecimiento frente a la brecha de habilidades industrial, un ejercicio que exige formación integral en el uso, el control y el monitoreo de dispositivos técnicos.

El diagnóstico efectuado en 2025 para Colombia confirma la urgencia de cerrar esta brecha: solo el 4,6 % de los jóvenes y adultos del país posee habilidades digitales avanzadas como programación o gestión de redes (CONPES, 2025), mientras el Foro Económico Mundial proyecta que, para 2028, el 44 % de las habilidades actuales de los trabajadores sufrirá una transformación tecnológica (Suciú et al., 2023). Alonso Arévalo (2026) añade que la alfabetización en IA conlleva una comprensión conceptual de los algoritmos y una visión crítica capaz de reconocer sesgos y riesgos éticos, más allá de la destreza instrumental de uso. Desde esta perspectiva, el trabajador alfabetizado en IA opera la herramienta a la vez que la cuestiona.

3.2. Analítica de datos

La analítica de datos traduce la información en insumo estratégico para la toma de decisiones. El CONPES 4144 identifica los datos como la materia prima que permite a los algoritmos ejecutar cálculos, razonamientos automáticos y decisiones estratégicas, bajo la condición de que la información cumpla criterios de calidad, veracidad y representatividad para evitar resultados discriminatorios (CONPES, 2025). Tapia (2025) sitúa esta competencia como el cimiento de la productividad industrial y la resiliencia empresarial. Según el autor, permite a las organizaciones convertir datos crudos, almacenados en sistemas de nube, en información útil para tomar decisiones de negocio. Ese aprovechamiento de los datos se asocia con mejoras estimadas del 15 % en la eficiencia energética industrial para 2025.

El informe de KPMG Colombia documenta un giro hacia lo que denomina talento AI-first, en el que áreas tradicionalmente ajenas al análisis técnico, como finanzas o recursos humanos, adquieren autonomía para construir modelos predictivos y tableros de control en tiempo real (Rivera y Peñaranda, 2026). Ese mismo informe advierte una brecha del 17 % entre la demanda empresarial de habilidades analíticas y la oferta de programas de formación interna en el país, una distancia que confirma la urgencia de fortalecer esta competencia más allá de los equipos técnicos especializados. Como consecuencia, la analítica de datos supone la capacidad de interpretar resultados y de cuestionar la calidad de la información que los produce, un juicio que ningún modelo estadístico ejerce sobre sí mismo.

3.3. Comprensión funcional de sistemas ciberfísicos

Los sistemas ciberfísicos se constituyen como la columna vertebral de la industria inteligente. Valette et al. (2023) los definen como modelos de ingeniería en los que componentes informáticos y de comunicación monitorean y coordinan de forma integrada el entorno físico real, una arquitectura que evoluciona hacia sistemas ciberfísicos sociales cuando integra datos de sensores y de redes humanas bajo normas éticas explícitas.

Por su parte, Sanabria et al. (2019) sitúan estos sistemas como el eje de la revolución industrial en curso, en un escenario donde las máquinas interconectadas dialogan tanto entre sí como con los operarios humanos, mientras el volumen de datos generados a nivel mundial se duplica aproximadamente cada 1,5 años. El informe de KPMG Colombia aporta evidencia reciente sobre el rezago de esta comprensión en el ecosistema empresarial del país: el 98 % de las empresas emergentes colombianas utiliza inteligencia artificial, pero solo el 38 % la integra como núcleo de su producto (Rivera y Peñaranda, 2026). De esta forma, la comprensión funcional de los sistemas ciberfísicos conlleva superar el uso periférico de la tecnología para incorporarla como componente estructural del proceso productivo.

4. Competencias diferenciales del trabajador aumentado en la Industria 5.0

Las cinco competencias que desarrolla este acápite se constituyen como una arquitectura de dos niveles, en la cual tres competencias fundamentan el juicio individual y dos lo transforman en el marco de un proceso de toma de decisión en el contexto organizacional. La comprensión de esta estructura es clave en la medida de que cada competencia, abordada individualmente, puede

parecer una habilidad más entre muchas, mientras que su función real solo se aprecia en articulación con las demás.

El primer nivel integra las competencias constitutivas: pensamiento crítico, creatividad e inteligencia emocional. Estas tres operan como el fundamento mental y emocional del juicio individual. El pensamiento crítico evalúa la validez de un argumento o de un resultado. La creatividad genera alternativas cuando ninguna solución conocida resuelve el problema. La inteligencia emocional sostiene el equilibrio interno necesario para juzgar bajo presión, sin dejarse llevar por el miedo o el exceso de confianza. Vale precisar que ninguna de las tres depende de que las otras dos ya estén desarrolladas, y por eso se presentan en un orden paralelo y no secuencial.

El segundo nivel articula las competencias de despliegue: comunicación compleja y liderazgo bajo incertidumbre. A partir del juicio ya formado en el primer nivel, estas dos competencias lo exteriorizan, para que las demás personas puedan comprenderlo, validarlo o actuar en consecuencia. La comunicación compleja traduce ese juicio en un mensaje que la organización puede entender y aceptar. El liderazgo bajo incertidumbre integra el juicio, la traducción comunicativa y el equilibrio emocional en una decisión concreta, tomada sin plena garantía de éxito.

Esta estructura propuesta se sustenta en los fundamentos conceptuales clásicos de cada competencia, que ya anticipaban las conexiones entre el juicio, la creatividad, la comunicación y la decisión mucho antes de las aplicaciones recientes a la Industria 5.0.

El modelo de la estructura del intelecto propuesto por J.P. Guilford, de acuerdo con el documento de Romo Santos (1987), evidencia con nitidez esta integración, en la medida que es la base común de dos competencias abordadas en este documento. Por una parte, Guilford asocia la producción divergente como parte de la creatividad; a la vez que asoció la inteligencia con el juicio social (entre otros factores), la cual posteriormente contribuyó con el surgimiento del concepto de inteligencia emocional.

Por su parte, Frank X. Barron, según la lectura de UCSC Emeriti Association (2002), retoma desde la psicología de la creatividad una idea que Frank Knight (1921), según Langlois y Cosgel (1993), había expuesto desde la economía para el liderazgo bajo incertidumbre. Por un lado, Barron describe la independencia de juicio del creador como la capacidad de sostener una

posición propia frente al consenso, y a arriesgar su reputación en un salto hacia lo desconocido. Por otro lado, Knight describe el liderazgo como la centralización de un juicio que debe actuar precisamente donde el cálculo de probabilidades ya no alcanza. De esta forma, ambos autores coinciden en que crear y liderar bajo incertidumbre supone la misma disposición a actuar sin garantía de éxito.

Ennis (1962) y Siegel (1988) definieron el pensamiento crítico como un juicio razonado y reflexivo orientado a decidir qué creer o qué hacer (precisamente esta competencia surge en la medida que el juicio humano tiende a fallar de forma sistemática). Así mismo, Tversky y Kahneman (1974) documentan esas mismas fallas sistemáticas bajo la denominación de sesgos cognitivos, aplicados al liderazgo bajo incertidumbre. De esta forma, el pensamiento crítico funciona como la disciplina que previene los errores de juicio que el liderazgo bajo incertidumbre debe enfrentar en el momento de decidir.

Por otro lado, Niklas Luhmann, de acuerdo con Paz Rada (2023), afirma que una comunicación solo se completa cuando integra información, acto de comunicar y comprensión, lo cual se constituye como el fundamento clásico de comunicación compleja. Desde la teoría de las organizaciones, James March (1991) argumenta que el sentido de una decisión se construye después de que ocurre (más que estar configurado previamente) lo cual se constituye como el fundamento clásico de liderazgo bajo incertidumbre. De esta forma, ambos autores coinciden en que el significado de una decisión o de un mensaje se construye en el propio proceso de comunicar o de decidir, más que preexistir a ese proceso.

4.1. Pensamiento crítico: fundamento conceptual

La discusión sobre el pensamiento crítico surgió mucho antes de la inteligencia artificial (como la conocemos hoy día) y de la Industria 5.0. Por lo tanto, es clave revisar, en términos concretos, la teorización previa sobre el concepto. Al respecto, Bloom (1956) lo ubica en la cima de una jerarquía de habilidades cognitivas, en la que el punto superior es la evaluación. En este contexto, evaluar significa juzgar el valor de una idea mediante la comparación con su propia coherencia interna o con un criterio externo de utilidad. Por su parte, Ennis (1962) divide la competencia en tres dimensiones: 1. La lógica consiste en verificar si una conclusión obedece realmente a sus premisas; 2. La criterial consiste en aplicar normas de evidencia propias de cada disciplina (por ejemplo, saber qué hace confiable una observación); y 3. La pragmática consiste en decidir si la

evidencia disponible ya es suficiente para actuar (depende de lo que esté en juego en cada situación concreta).

Así mismo, Siegel (1988) y Paul (según Elder, 2010) comparten una preocupación por el carácter del pensador, más allá de su destreza técnica. Para Siegel, pensar críticamente es un ideal educativo: el pensador crítico deja que las razones disponibles guíen sus conclusiones, de forma constante y no solo cuando le conviene. Por su parte, Paul diferencia dos formas de usar la lógica. En el sentido débil, la persona la usa para defender sus propios prejuicios. En el sentido fuerte, somete sus propias creencias al mismo rigor que aplica a las ajenas. Adicionalmente, señala que la técnica sin virtudes intelectuales como la humildad y la integridad puede convertirse en manipulación sofisticada.

Lipman (2003) y Atkinson y Slatta (2009) complementan este abordaje desde la perspectiva social. Para Lipman, el pensamiento crítico es una práctica que se apoya en criterios compartidos, se corrige a sí misma y se ajusta al contexto de cada situación. Así mismo, afirma que esta capacidad se cultiva mejor en comunidades de indagación, en la cual varias personas dialogan, que en el estudio individual. Por su parte, Atkinson y Slatta sintetizan estas aproximaciones en dos componentes: una disposición (ser inquisitivo, mantener la mente abierta, reconocer los propios sesgos) y un dominio técnico de los métodos del razonamiento lógico e informal.

4.1.1. Fundamentos clásicos del pensamiento crítico frente a la Industria 5.0

En las siguientes líneas, se desarrollan brevemente cuatro ideas que, aunque hoy parecen novedosas, ya han sido resueltas hace décadas en la teoría clásica del pensamiento crítico. La primera separa el juicio de la predicción. La segunda alerta sobre los sesgos. La tercera defiende la autonomía del trabajador frente a la máquina. La cuarta muestra que formular la pregunta correcta antecede a cualquier razonamiento. De esta forma, la situación problemática es la misma, lo que cambia es frente a quién se plantea: antes se ejercía frente a otras personas y hoy debe ejercerse también frente a un sistema algorítmico.

En primer término, respecto al juicio, la Industria 5.0 separa dos cosas: la predicción (la máquina mejora cada vez más en este ámbito), y el juicio humano que hace referencia al discernimiento ético que decide para qué sirve esa predicción. Mientras que la máquina optimiza una función que un humano definió antes, es el trabajador quien determina para qué se optimiza

(Gans, 2025; Brkovic et al., 2023; Mahiri et al., 2023). Esta diferenciación ya existía antes de la Industria 5.0. Ennis la había formalizado en su dimensión pragmática, en 1962. Bloom la había situado en la cima de su taxonomía, al definir la evaluación como el momento en que se decide si los medios sirven a los fines buscados.

En segundo término, es lo referente a la vigilancia frente a los sesgos. Al respecto, la literatura sobre la Industria 5.0 señala que la tecnología está lejos de ser neutral, puesto que refleja las decisiones de diseño e intereses de quienes la construyen. De esta forma, el pensamiento crítico debe identificar prejuicios ocultos en los datos con los que se entrena un sistema, antes de aceptar sus resultados (Molodtsova et al., 2025; Morocho et al., 2025). En lo referente a la vigilancia, tampoco es nueva. Paul, según Elder (2010), ya había hecho mención de la tendencia a razonar solo desde la perspectiva del propio grupo sin darse cuenta de ello (sociocentrismo). Atkinson y Slatta (2009) también abordaron tácticas concretas de manipulación, como el ataque personal o la apelación al miedo.

En tercer término, en cuanto la autonomía frente a la máquina, Kissinger et al. (2023) y Matamala-Pizarro y Belmar-Riquelme (2025) insisten en que el ser humano debe conservar su capacidad de autorreflexión, la cual ningún sistema automatizado posee. El trabajador debe tomar la decisión final sobre su propio proceso productivo, en lugar de limitarse a ejecutar lo que la máquina sugiere. Esta idea coincide con la de Siegel (1988), quien plantea que el pensador crítico se guía por la evidencia y no por la autoridad externa. Por su parte, Lipman (2003) aporta el mecanismo que fundamenta esa autonomía en el tiempo, al plantear la autocorrección como el hábito de revisar el propio razonamiento una y otra vez.

En cuarto término, la capacidad de formular buenas preguntas conecta a Gans (2025) y Kissinger et al. (2023) con una idea que Paul, según Elder (2010), ya había desarrollado previamente. Ambos autores contemporáneos sostienen que formular buenas preguntas es el rasgo más difícil de automatizar, puesto que un sistema de inteligencia artificial necesita que un humano defina primero el problema que debe resolver. Paul ya había situado la pregunta como uno de los ocho elementos que conforman todo acto de pensar⁴, elementos que describe como un sistema interdependiente y no como una secuencia donde unos preceden a otros, lo cual sugiere que

⁴ Richard Paul, según la lectura de Elder (2010), identifica ocho elementos que conforman todo acto de pensar: el propósito, la pregunta en cuestión, la información, la interpretación e inferencia, los conceptos, los supuestos, las implicaciones y consecuencias, y el punto de vista.

ninguna inteligencia artificial puede sustituir del todo esa función, porque no participa del sistema completo de pensamiento humano que la sostiene.

4.1.2. Pensamiento crítico débil frente a pensamiento crítico fuerte en la Industria 5.0

La revisión de la literatura sobre Industria 5.0 no incluye la diferenciación que hace Paul entre sentido fuerte y sentido débil del pensamiento crítico. Esta distinción es clave para fortalecer el argumento de este documento. Un trabajador puede dominar la técnica de revisar un sistema algorítmico y, aun así, usarla mal: si la aplica en sentido débil, solo va a cuestionar los resultados que no le convienen. Formar solo la técnica, sin la disposición ética que Siegel y Paul consideraban parte esencial de la competencia, supone el riesgo de producir escépticos selectivos, personas que dudan de un sistema de inteligencia artificial únicamente cuando el resultado les resulta incómodo.

4.2. Creatividad: fundamento conceptual

De acuerdo con lo expuesto por Amabile (2012), la creatividad en el marco del presente documento es entendida como la producción de ideas novedosas y apropiadas para una meta específica. Esta doble condición de novedad y utilidad facilita diferenciar la creatividad de la originalidad sin propósito y de la eficiencia técnica sin invención, los cuales constituyen dos extremos que suelen confundirse en las discusiones sobre inteligencia artificial.

Mel Rhodes (1961) propuso el primer modelo que intentó unificar un campo hasta entonces disperso en distintas disciplinas (revisó cerca de 40 definiciones del concepto de creatividad). De esta forma, identificó cuatro dimensiones para abordar el análisis de la creatividad: 1. la persona (rasgos de sensibilidad y flexibilidad); 2. el proceso (la actividad mental que convierte percepciones en ideas); 3. la presión o entorno (las fuerzas externas que facilitan o bloquean la creación); y 4. el producto (la forma final en que una idea se comunica).

Por su parte, J.P. Guilford incluyó la creatividad en el marco de la estructura del intelecto al considerarla, más que un don exclusivo, una aptitud presente en toda la población (en distintos niveles). En este sentido, su modelo identifica cuatro aspectos clave que la componen. En primer término, la producción divergente que implica la generación de varias alternativas a partir de una misma idea. En segundo término, los productos transformacionales, que hacen referencia a

otorgar un sentido nuevo a información ya existente. En tercer término, la sensibilidad a los problemas; es decir, notar fallas antes que otros. Y, en cuarto término, la flexibilidad de pensamiento en el sentido de abandonar una ruta de razonamiento cuando deja de funcionar (Romo Santos, 1987).

Respecto a este abordaje, Frank X. Barron asoció la creatividad a la salud psicológica del individuo, con el fin de alejarse del mito del genio atormentado⁵. Así, señaló tres rasgos: una fuerza del ego que convierte la tensión social en trabajo productivo; una preferencia por la complejidad y el desorden como fuente de hallazgos; y una independencia de juicio que sostiene una posición propia frente al consenso. En este orden de ideas, para Barron, la originalidad supone arriesgar la reputación en un salto hacia lo desconocido (UCSC Emeriti Association, 2002).

Finalmente, desde la perspectiva organizacional, Teresa Amabile definió la creatividad como la producción de ideas novedosas y útiles para lograr una meta específica, lo cual depende de las habilidades del dominio (el conocimiento técnico para juzgar qué es viable); los procesos creativos (estilo cognitivo abierto al riesgo); la motivación intrínseca (interés genuino por la tarea); y el entorno social (un ambiente que estimula o bloquea el impulso creativo) (Amabile, 2012).

El abordaje inicial de estas aproximaciones facilita la comprensión de la discusión reciente sobre la Industria 5.0.

En un primer término, la literatura sobre Industria 5.0 aborda la diferenciación entre decidir y calcular. Al respecto, Gans (2025) plantea que un sistema de inteligencia artificial genera resultados a partir de patrones hallados en información previa, sin que medie una convicción propia sobre qué crear. Igualmente, la UNESCO plantea que las personas deben convertirse en creadoras activas de la tecnología (UNESCO, 2025, 2024), y Stanford advierte que el uso

⁵ El “mito del genio atormentado” (“genio loco” o “artista torturado”) hace referencia a la creencia popular de que la creatividad excepcional está ligada de forma necesaria al sufrimiento psíquico o la enfermedad mental: a mayor perturbación interior, mayor sería el genio creativo. Esta idea se alimentó a partir de casos como el de Vincent Gogh. No obstante, de acuerdo con la revisión efectuada por Dietrich (2014) muestra que no existe una correlación entre creatividad y psicopatología. Dietrich, A. (2014). The mythconception of the mad genius. *Frontiers in Psychology*, 5, 79. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00079>

constante de sistemas generativos sin ejercicio propio puede debilitar esa capacidad (Stanford HAI, 2026).

En segundo lugar, se menciona que el mercado valora el denominado toque humano. La Industria 5.0 transita de fabricar productos estandarizados en masa a ofrecer soluciones hechas a la medida de cada persona, lo cual exige un juicio capaz de interpretar matices y deseos del consumidor que un sistema automatizado no percibe con la misma sensibilidad (Tapia, 2025; Savoretti & Kitamura, 2022). El informe del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC) lo formula en términos prácticos: la creatividad agrega valor precisamente en las tareas que no se pueden automatizar ni repetir de forma mecánica (Sierra et al., 2024).

Un tercer elemento diferencia a la creatividad humana: el riesgo y la ruptura deliberada con lo establecido. El Colombia Tech Report describe la recursividad como la capacidad de hallar soluciones ingeniosas con pocos recursos (común en América Latina), como un rasgo que ningún modelo estadístico puede imitar (Rivera & Peñaranda, 2026). Así mismo, el Quinto Plan Básico de Ciencia y Tecnología de Japón define la creatividad como la ruptura consciente de las reglas vigentes y sitúa el fracaso como necesario (Gobierno de Japón, 2015).

La dimensión ética y cultural completa esta diferenciación. El CONPES 4144 plantea que la automatización total de la generación de contenidos conlleva el riesgo de producir material sin significado simbólico, de modo que la creatividad humana protege la identidad y la autenticidad cultural frente a la multiplicidad de contenido generado por máquinas (CONPES, 2025).

En síntesis, los cuatro elementos que la literatura sobre Industria 5.0 atribuye a la creatividad humana actualizan rasgos que la conceptualización clásica ya había identificado por separado. La diferenciación entre decidir y calcular retoma el criterio de valor que Guilford situó en el centro del juicio creativo. La sensibilidad al matiz que supone la personalización remite a la sensibilidad a los problemas que el mismo autor describió, y a la atención al entorno que Rhodes y Amabile reconocieron como condición de la creación. El riesgo y la ruptura con lo establecido se constituyen como la preferencia por la complejidad y la independencia de juicio que Barron asoció a la fortaleza psicológica del creador. Finalmente, la dimensión ética y cultural remite al componente de entorno social que Amabile situó como condición externa de la creatividad, y a la presión que Rhodes describió en 1961.

4.3. Inteligencia emocional: Fundamento conceptual

De acuerdo con lo expuesto por Mejía Díaz (2013), las primeras discusiones sobre inteligencia emocional se sitúan a mediados del siglo XX, cuando Guilford, ante la insatisfacción con los modelos que medían la inteligencia solo a través del cociente intelectual, amplió la noción de inteligencia con factores como el juicio social. Posteriormente, empezada la década de 1980, Howard Gardner propuso que las capacidades intrapersonal e interpersonal eran tan legítimas como las lógico-matemáticas.

En términos generales, la inteligencia emocional se define como la capacidad de percibir las emociones propias y ajenas, comprender su significado y usarlas con el fin de orientar el pensamiento y la conducta de manera adaptativa. De esta forma, esta capacidad transforma la información afectiva en un recurso útil para el proceso de toma de decisiones y el relacionamiento con los otros, más allá del hecho de sentir una emoción. En este orden de ideas, la definición propuesta integra tanto una dimensión cognitiva (el procesamiento de la información emocional) como una dimensión práctica (la actuación basada en ella), y precisamente es esta integración la que diferencia a la inteligencia emocional del temperamento o disposición de carácter.

En lo referente al trabajador aumentado en la Industria 5.0, los textos recientes retoman esta misma idea con otro lenguaje. Al respecto, el AI Index Report de Stanford (2026) describe la inteligencia emocional como el factor que facilita la unión de un equipo organizacional, algo que ningún algoritmo puede sustituir, mientras que el Foro Económico Mundial señala que su ausencia erosiona el vínculo básico de preocupación por los demás que sostiene a la sociedad (World Economic Forum, 2026).

Con fundamento en esta breve aproximación conceptual, a continuación, se presentan tres dimensiones de la inteligencia emocional aterrizadas al trabajador aumentado. La primera hace referencia a la autorregulación y la resiliencia en escenarios de incertidumbre. La segunda trata la empatía y el vínculo humano. La tercera aborda la perspectiva ética y la soberanía moral en la supervisión de sistemas automatizados.

Dimensión de autorregulación y resiliencia en escenarios de incertidumbre. Mayer, Caruso y Salovey (2016) describen la inteligencia emocional como una jerarquía de cuatro capacidades: 1. percibir las emociones; 2. usarlas para facilitar el pensamiento; 3. comprender

su significado; y 4. gestionarlas de forma deliberada. Al respecto, los autores hacen énfasis en que la cuarta capacidad (la gestión deliberada) es la más avanzada en la medida que supone regular una emoción propia incluso cuando resulta intensa o incómoda, sin negarla ni dejarse llevar por ella. En otras palabras, esta gestión deliberada se constituye como la autorregulación que sostiene la resiliencia bajo presión.

Brackett y Salovey (2006), a través del test Mayer-Salovey-Caruso de Inteligencia Emocional (MSCEIT), demuestran que la capacidad de gestión emocional se puede medir a través de tareas de desempeño concretas (como identificar la estrategia más efectiva para resolver un conflicto afectivo) y no solo mediante preguntas de opinión sobre uno mismo. Esta diferenciación es clave puesto que confirma que la autorregulación es una destreza cultivable y verificable, comparable a cualquier otra capacidad cognitiva medible.

En lo referente a la literatura sobre la Industria 5.0, el Colombia Tech Report describe la “perseverancia sostenida frente a dificultades extremas” o GRIT⁶, junto con la “antifragilidad”, entendida como la propiedad de mejorar y no solo resistir después de un fracaso (Rivera & Peñaranda, 2026). Ambos rasgos son expresiones concretas de la misma gestión deliberada de la emoción que describen Mayer, Caruso y Salovey. Cuando una persona con GRIT o con antifragilidad enfrenta un fracaso, regula el miedo o la frustración que produce esa experiencia lo suficiente para seguir decidiendo con criterio, en lugar de negar esas emociones o dejarse arrastrar por ellas, y de ese equilibrio surge la capacidad de recuperarse más fuerte después del fracaso.

Dimensión de empatía y vínculo humano. Daniel Goleman (1998) situó la empatía como una de las competencias emocionales clave que diferencian a un profesional sobresaliente. De acuerdo con el autor, la empatía se aprende y se cultiva a través de la vida profesional, como cualquier otra destreza práctica. Desde esta perspectiva, esta competencia permite anticipar las necesidades de otras personas y en consecuencia ajustar el propio comportamiento, lo cual es fundamental para construir y sostener la confianza en el marco de un equipo de trabajo.

Por su parte, Sosa Correa (2008) profundiza en esta capacidad al retomar la dimensión interpersonal propuesta por Gardner años antes. Esta dimensión consiste en la habilidad para diferenciar los estados emocionales de otras personas y responder a ellos de forma adecuada.

⁶ Hace referencia a la combinación de pasión y perseverancia sostenida hacia una meta a largo plazo.

Desde esta perspectiva, plantea que esta habilidad depende, en gran medida, de la autopercepción del sujeto sobre su propia sensibilidad social.

En lo referente al contexto de la Industria 5.0, el AI Index Report señala que un sistema de inteligencia artificial, aunque puede simular un diálogo con fluidez, carece de la sensibilidad social necesaria para ajustar su comportamiento al estado de ánimo real de la persona (usuario). Es decir, simular una respuesta empática no es equivalente a percibir genuinamente el estado emocional de otro.

Por su parte, el Foro Económico Mundial advierte que la exposición constante a contenidos mediados por algoritmos puede restar sensibilidad a las personas respecto al sufrimiento ajeno, lo cual afecta con el tiempo la misma capacidad de respuesta emocional que Goleman describe como cultivable (World Economic Forum, 2026). De esta forma, la empatía al no ser un rasgo fijo sino aprendido, también se puede deteriorar si no se protege de forma activa.

Dimensión de perspectiva ética y soberanía moral. Petrides y Mavroveli (2018) plantean que la inteligencia emocional depende de la autopercepción del sujeto sobre su propia forma de manejar las emociones. Este abordaje es relevante para el juicio ético en la medida que sugiere que la capacidad de discernir entre una decisión correcta y una incorrecta no solo obedece a un cálculo racional, sino que también depende de la disposición interna de la persona que juzga.

Emmerling y Goleman (2003) refuerzan este argumento al exponer que cuando una persona pierde la capacidad de experimentar una carga emocional asociada a una idea, también pierde la capacidad de valorar sus consecuencias prácticas y morales. Esto supone que la razón, por sí sola, no es suficiente para sostener un juicio ético sólido, puesto que necesita de la emoción para asignarle peso e importancia a cada posible consecuencia.

Teresa Gutiérrez, exdirectiva de Tesla, documenta esta misma idea aplicada a la supervisión de sistemas automatizados. Describe la responsabilidad de juzgar con criterio moral como una brújula moral que ningún sistema automatizado posee, porque un algoritmo puede procesar información masiva, pero no puede discernir por sí mismo entre lo correcto y lo incorrecto (Gutiérrez, 2024). Esta brújula depende exactamente de la integración entre razón y emoción que describen Petrides y Mavroveli, y Emmerling y Goleman.

Kissinger et al. (2023) argumentan que la inteligencia artificial carece de una conciencia ética intrínseca. Es decir, un sistema automatizado optimiza un resultado de acuerdo con los parámetros que se le asignen, pero no cuenta con la capacidad de asumir la responsabilidad de juzgar el impacto social de esa decisión. Esa responsabilidad es del ser humano que supervisa el sistema.

4.4. Comunicación compleja: Fundamento conceptual

La comunicación compleja es entendida como la capacidad de brindar sentido a un mensaje, más allá de transmitirlo. Es decir, cuando dos personas conversan efectúan un intercambio de datos, a la vez que negocian el significado de esos datos de acuerdo con el contexto, la relación entre ellas y las consecuencias de lo que afirman. De esta forma, la comunicación compleja se desarrolla al comprender el contexto completo de una situación y al usar ese contexto para construir un mensaje que otras personas puedan comprender y usar.

Edgar Morin explica esta idea con fundamento en el concepto de *complexus* (en latín: tejido). Así, explica la comunicación como una tela elaborada con distintos hilos, que se entrelazan sin perder su identidad propia. Cada hilo representa un elemento de la situación: el mensaje, la persona que habla, quien escucha, el contexto y las consecuencias. No obstante, para lograr comprender la tela en su conjunto es necesario identificar cómo se entrelazan esos hilos entre sí, y es precisamente el entrelazamiento lo que Morin denomina comunicación compleja. Esta analogía permite comprender por qué separar el mensaje de su contexto (como hacen los modelos más simples de comunicación) excluye justamente lo que le otorga sentido.

En los siguientes cuatro puntos, se desarrolla esta idea aplicada al trabajador aumentado en la Industria 5.0. La primera, aborda la traducción entre lenguajes técnicos y humanos. La segunda, revisa la validación ética y la capacidad de explicar las decisiones automatizadas. La tercera, se refiere al liderazgo narrativo, como la capacidad de comunicar una visión que convence a otros. La cuarta, trata el vínculo social e intergeneracional, que fundamenta la transmisión de conocimiento entre personas. Cada función muestra una forma distinta en la cual el trabajador humano articula sentido entre las personas y la tecnología.

Función de traducción entre lenguajes. Watzlawick, Beavin y Jackson (1991) explicaron que los seres humanos se comunican de dos formas distintas⁷. Una es digital, y usa un lenguaje con reglas claras, útil para transmitir datos exactos. La otra es analógica, y transmite el sentido de una relación, aunque más ambiguamente. De esta forma, señalaron que al traducir entre estas dos formas, siempre se pierde algo de información. Este planteamiento, propuesto casi 30 años antes de la generalización de la inteligencia artificial, permite ilustrar una tensión que hoy es común en el ámbito productivo.

En este último sentido, Sanabria et al. (2019) denominan esta tensión como el bilingüismo tecnológico. Así, el trabajador debe entender su propio idioma y el lenguaje técnico de las máquinas al mismo tiempo. Esto no significa aprender y apropiarse términos informáticos, sino más bien convertir procesos automáticos en explicaciones claras para el contexto organizacional. Igualmente, Mahiri et al. (2023) agregan un punto clave en la medida que ya buena parte de lo que se traduce es conocimiento tácito, experiencia que no se puede reducir a un código. De esta forma, ninguna traducción automática reemplaza a la persona que interpreta ese contexto para su equipo de trabajo.

Función de validación ética y explicabilidad. Niklas Luhmann, de acuerdo con Paz Rada (2023), explica que la comunicación solo está completa cuando se integran tres partes: 1. la información que se transmite; 2. el acto mismo de comunicar; y 3. la comprensión de quien recibe el mensaje. Si falla la comprensión, en términos de Luhmann no hay comunicación completa, aunque efectivamente se haya efectuado la transmisión de los datos. Desde esta perspectiva, es posible explicar una problemática actual en el sentido de que una decisión automatizada sin explicación clara, en términos rigurosos, no llega a ser una comunicación verdadera.

El CONPES 4144 (2025) hace énfasis en la importancia de explicar los factores que sostienen una decisión automatizada, con el fin de prevenir sesgos ocultos o discriminación. Así mismo, el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial propone una idea similar, puesto que sostiene que la comunicación compleja incluye la responsabilidad de explicar lo que de otro modo sería una caja negra algorítmica (CEPAL & CENIA, 2025). Por su parte, Kissinger et al. (2023)

⁷ Los autores fundamentaron esta diferenciación en la teoría de la información y la computación de comienzos de la década de los noventa, en la cual ya había distinción entre señales digitales y analógicas, y la aplicaron a su trabajo clínico en el Instituto de Palo Alto con el fin de explicar por qué ciertos patrones de comunicación patológica fallaban al mezclar ambos niveles.

profundizan en esta perspectiva, en la medida de que una inteligencia artificial puede producir un resultado, pero no puede explicar el por qué ético que lo sustenta, dado que no tiene valores propios que defender. Integrado con el argumento de Luhmann, esto evidencia que la capacidad de explicar es lo que permite que una decisión llegue a comunicarse de verdad, en el sentido más riguroso del término.

Función de liderazgo narrativo. Massoni et al. (2013) comprenden la comunicación estratégica como un encuentro entre personas y culturas, idea que puede articularse con el liderazgo narrativo. Desde esta perspectiva, comunicar adecuadamente impulsa la innovación social en contextos organizacionales. Así, se hace énfasis en la comunicación como canal para la construcción de acuerdos entre distintos actores, más que en la transmisión de contenidos.

En el marco de la literatura sobre Industria 5.0, el Colombia Tech Report denomina esta idea “gravitas” (palabra que originalmente describía el peso y la seriedad de una persona respetada en la Roma antigua). Aterrizado al ámbito de la comunicación, la gravitas es la capacidad de plantear una visión con tal claridad y firmeza que produce confianza en los receptores del mensaje, y los convence de sumarse a ella (Rivera & Peñaranda, 2026). Así mismo, el Quinto Plan Básico de Ciencia y Tecnología de Japón aterriza esa misma función en el ámbito de la política pública, como el vehículo que facilita que la ciencia gane la confianza ciudadana y que la academia, la industria y el gobierno construyan acuerdos comunes (Gobierno de Japón, 2015). Los planteamientos de Sierra et al. (2024) y Tapia (2025) coinciden en que esta función es clave en la gestión del cambio, puesto que la resistencia a una nueva tecnología solo se supera cuando la comunicación logra unir la misión de la empresa con la motivación del trabajador.

Función de vínculo social e intergeneracional. Verónica Vidarte Asorey (s.f.) sostiene que la comunicación y la cultura están intrínsecamente unidas. Con base en la crítica a la idea de que comunicar es solo transmitir contenidos de un emisor a un receptor, Vidarte Asorey argumenta que la comunicación se constituye como la forma en que las prácticas sociales adquieren sentido en el marco de una comunidad, y en este sentido, no puede entenderse por fuera de la cultura que la sostiene. Esta idea conecta directamente con una función que la literatura de Industria 5.0 asigna al trabajador aumentado.

Al respecto, Jiménez Quesada (2026) establece que la comunicación real ocurre solo entre seres humanos, y que ninguna máquina tiene la capacidad de sostener la transmisión de conocimiento entre generaciones. El CONPES 4144 articula esta función con la diversidad cultural del país. Es

decir, a diferencia de los sistemas de reconocimiento de voz o de rostro (que tienden a estandarizar identidades), el trabajador debe usar su propio criterio para actuar en contextos de alta diversidad étnica, regional y de género (CONPES, 2025).

4.5. Liderazgo en incertidumbre: Fundamento conceptual

Langlois y Cosgel (1993) quienes retoman los postulados de Frank Knight (1921), separaron el riesgo, en el cual las probabilidades de un resultado son conocidas y pueden calcularse, de la incertidumbre verdadera, en la cual es imposible predecir la frecuencia de los eventos futuros. De acuerdo con Knight, la vida organizacional real se desarrolla en la mayoría de los casos en el segundo ámbito. Esta diferenciación explica por qué la lógica estadística tradicional (útil para la gestión de riesgos calculables), es insuficiente respecto a situaciones inéditas y por qué el liderazgo bajo incertidumbre conlleva una facultad distinta al cálculo de probabilidades.

Con fundamento en esta diferenciación, el liderazgo bajo incertidumbre puede definirse como la capacidad de decidir y actuar con criterio propio cuando la información disponible es incompleta y no existe un antecedente que indique la mejor respuesta. Así mismo, este abordaje conceptual resalta una función que solo puede ejercer un juicio humano capaz de asumir la responsabilidad de una decisión sin garantía de éxito, más allá de cualquier destreza técnica que pueda enseñarse de forma mecánica.

Con respecto a los desarrollos recientes sobre el trabajador aumentado en la Industria 5.0, se retoman estos mismos dilemas bajo otros términos: agencia, gobernanza y resiliencia. Esta tendencia confirma que la incertidumbre se constituye como una condición permanente de la vida organizacional, tan presente actualmente en los sistemas híbridos de personas y algoritmos como lo era en el análisis original de Knight.

Desde este punto de partida conceptual, a continuación, se abordan tres pilares del liderazgo bajo incertidumbre aplicados al trabajador aumentado. En primer término, trata la agencia y el juicio bajo ambigüedad. En segundo término, examina la gobernanza ética de sistemas híbridos entre personas y algoritmos. En tercer término, desarrolla la resiliencia organizacional ante el choque.

Pilar de agencia y juicio bajo ambigüedad. Knight profundiza esta diferenciación con el concepto de “cefalización”, que consiste en la tendencia natural de un sistema social a centralizar

la función de juicio en ciertos individuos, en similitud a como el cerebro centraliza el control de un organismo vivo. Al respecto, el autor plantea que esta centralización responde a la necesidad evolutiva de transformar la ausencia de datos en una base sólida para la acción inmediata, más allá de una decisión administrativa simple. Así, de acuerdo con Knight, el liderazgo surge como una especialización funcional basada en la capacidad de juzgar y no en el acceso privilegiado a la información.

James March (1991) fortalece esta argumentación al mostrar que la ambigüedad no solo corresponde a la ausencia de datos, sino también a la ausencia de metas claras y estables dentro de la propia organización. Así, en el marco del modelo del “bote de basura” describe la elección organizacional como el encuentro fortuito entre problemas, soluciones, participantes y oportunidades, en lugar de una secuencia lógica en la cual cada problema busca su solución correspondiente. En este sentido, según March, liderar bajo ambigüedad supone organizar este flujo caótico de eventos, más que en ejercer un control total sobre cada resultado.

Gans (2025), en el marco de la discusión sobre la Industria 5.0 plantea la diferenciación de Knight en términos económicos. Mientras que el juicio constituye el conocimiento de qué consecuencias son preferibles, un sistema automatizado, por su parte, solo calcula cuál es el resultado más probable. Igualmente, incluye un matiz adicional en la medida que el líder humano, a diferencia de la máquina, tiene la capacidad de corregir sus propios errores tras su ocurrencia, con una flexibilidad que todavía los sistemas automatizados aún no poseen.

Por su parte, el Colombia Tech Report aborda esta misma idea bajo el término de agencia, la cual consiste en la autonomía para brindar solución a situaciones problemáticas cuando un sistema automatizado se detiene por falta de parámetros claros (Rivera & Peñaranda, 2026). De esta forma, la agencia se constituye como la misma cefalización propuesta por Knight aplicada al contexto actual, puesto que la organización delega en el trabajador humano la responsabilidad de decidir precisamente en los puntos donde la lógica algorítmica es insuficiente.

Pilar de gobernanza ética de sistemas híbridos. Herbert Simon, según lo expuesto por Bar-Cohen (2025), plantea el concepto de racionalidad limitada, el cual sostiene que ningún tomador de decisiones (humano o artificial), tiene la capacidad de evaluar todas las alternativas posibles antes de actuar, puesto que en la práctica la información completa y el tiempo ilimitado no existen. Desde esta perspectiva, Simon describe cómo los líderes toman una decisión

satisfactoria que cumple un umbral aceptable, en lugar de buscar una decisión óptima inalcanzable, lo cual denomina como “*satisficing*”.

Tversky y Kahneman (1974) señalan que las personas recurren a atajos mentales para simplificar juicios complejos, pero estos atajos producen sesgos sistemáticos y predecibles, como juzgar la probabilidad de un evento solo por su parecido superficial con un caso conocido. Esta evidencia implica que ni el juicio humano ni el cálculo de una máquina son automáticamente confiables, y que ambos requieren de un mecanismo externo de verificación.

Desde esta última perspectiva, el CONPES 4144 (2025) traduce esta necesidad de verificación al ámbito de la política pública, al plantear que las decisiones algorítmicas puedan explicarse y justificarse ante quien las recibe, en lugar de aceptarse como un resultado indiscutible. Igualmente, el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial denomina este aspecto como el perfil del usuario crítico, que hace referencia a la persona que somete cada resultado automático a escrutinio antes de aceptarlo (CEPAL & CENIA, 2025). En síntesis, la supervisión crítica funciona como la defensa necesaria contra los sesgos de cualquier juicio, humano o artificial.

Por su parte, Carro-Suárez y Sarmiento-Paredes (2022) señalan que un sistema automatizado puede confirmar una instrucción incluso si resulta imperfecta, mientras que el ser humano actúa como la parte pensante que corrige el rumbo cuando se identifica una falla. De igual forma, Mahiri et al. (2023), en el marco de la inteligencia híbrida colectiva, argumentan que el líder coordina redes de personas y agentes autónomos, y decide cuándo la autonomía de la máquina debe subordinarse ante la supervisión humana.

Pilar de resiliencia organizacional ante el choque. Mei, Chen y Sun (s.f.) abordan lo referente al liderazgo adaptativo en tiempos de crisis. De acuerdo con sus planteamientos, un líder eficaz integra la acción táctica inmediata⁸ frente a una amenaza con una visión estratégica de largo plazo, y convierte la crisis como una oportunidad de aprendizaje organizacional en lugar de tratarla solo como una amenaza que hay que contener. En esta línea, de acuerdo con los autores, la comunicación transparente y la inteligencia emocional son tan importantes como la velocidad de la decisión durante un choque.

⁸ Hace referencia a las decisiones operativas de corto plazo que buscan contener el impacto directo de una crisis, como reasignar personal, ajustar la producción o comunicar instrucciones urgentes, en contraste con la visión estratégica de largo plazo, que orienta hacia dónde debe dirigirse la organización una vez superado el momento crítico.

Fred Fiedler, según la lectura de Ayman et al. (1995), complementa esta idea al plantear que la efectividad de un líder durante una crisis depende del ajuste entre su orientación personal y el grado de control que la situación le permite ejercer. De esta forma, el modelo propuesto muestra que los líderes orientados a la tarea tienden a ser más efectivos en situaciones de incertidumbre extrema, mientras que los orientados a las relaciones prosperan en escenarios de incertidumbre moderada. Esta diferenciación plantea la idea de que la resiliencia organizacional depende tanto del perfil del líder como de las condiciones específicas de la crisis que enfrenta.

Tapia (2025) aterriza este argumento con un caso colombiano: durante la pandemia, algunas empresas lograron reinventar en su totalidad sus líneas de producción frente a disrupciones imprevistas, y el factor decisivo, según el modelo de Fiedler, fue el ajuste entre el estilo del líder y el control que ofrecía esa situación extrema. Brkovic et al. (2023) describen una capacidad afín con el concepto de pensamiento sistémico, la aptitud para leer una organización completa y sus efectos sociales, algo que un sistema automatizado no alcanza porque solo procesa variables aisladas. Por su parte, el Foro Económico Mundial escala esta idea con el concepto de “policrisis”, que hace referencia al momento en que distintos riesgos convergen al mismo tiempo, y advierte que el líder humano actúa como el filtro que evita que un error técnico escale hacia un conflicto real (World Economic Forum, 2026).

5. Industria 5.0 Colombia: cómo se fortalecen las competencias para la IA

Pensamiento crítico, creatividad e inteligencia emocional constituyen el juicio individual del trabajador aumentado, mientras que comunicación compleja y liderazgo bajo incertidumbre lo despliegan hacia la organización y hacia la sociedad, de modo que las cinco competencias no pueden leerse como políticas de formación independientes entre sí. Una estrategia que fortalezca el pensamiento crítico sin atender la inteligencia emocional forma trabajadores capaces de detectar un sesgo algorítmico, pero incapaces de sostener esa detección bajo presión. De igual forma, una estrategia que desarrolle la creatividad sin comunicación compleja produce soluciones originales que nadie en la organización logra comprender ni adoptar.

Esta interdependencia entre competencias tiene una consecuencia directa para el diseño de política pública, en la medida de que cada una de las cinco secciones que siguen desarrolla su propia trayectoria de fortalecimiento, con los destinatarios y mecanismos que mejor responden a la naturaleza de esa competencia particular. Sin embargo, ninguna de esas trayectorias agota

por sí sola el propósito que las convoca, que es situar el bienestar del trabajador colombiano como fin del proceso de transformación digital, un propósito que trasciende cualquier cálculo de competitividad en la economía del conocimiento. Las condiciones habilitantes transversales que emergen de forma recurrente a lo largo de estas cinco secciones (la estabilidad socioeconómica básica y la infraestructura psicológica y cívica pública) se retoman de manera integrada en las conclusiones generales del documento.

5.1. Pensamiento crítico: tres trayectorias de formación frente a la inteligencia artificial

Docentes. La capacitación docente en el manejo operativo de herramientas de inteligencia artificial, sin un componente reflexivo, reproduce un uso acrítico de la tecnología en el aula (Sierra et al., 2024; Mendieta et al., 2025). El pensamiento crítico se fortalece cuando esa formación técnica se combina con la comprensión de sus implicaciones éticas y cognitivas, de modo que el profesor modele frente a sus estudiantes el ejercicio mismo del escrutinio crítico como práctica viva, más allá de un contenido teórico (Mendieta et al., 2025).

Además, esta condición pedagógica tiene una dimensión que trasciende el aula. La formación docente en pensamiento crítico sostiene el propósito que orienta toda la transición hacia la Industria 5.0, que es preservar la capacidad de juicio autónomo del trabajador colombiano frente a la tecnología que va a operar. Por consiguiente, tratar esta formación como condición previa a cualquier estrategia de integración de inteligencia artificial en la educación resulta indispensable para que esa autonomía se consolide desde el inicio del proceso formativo.

Estudiantes. El pensamiento crítico se siembra desde la educación básica y media, mediante tres mecanismos que se refuerzan entre sí. La ciudadanía digital funciona como eje transversal en distintas áreas del conocimiento, en lugar de limitarse a un curso aislado de ética tecnológica (Morocho et al., 2025). El aprendizaje basado en proyectos y la gamificación sitúan al estudiante como protagonista frente a retos reales, con un papel activo en la toma de decisiones (Mendieta et al., 2025; Haro Esquivel et al., 2025). Por su parte, el fortalecimiento curricular en ciencias exactas y pensamiento computacional desde la educación primaria construye la base lógica que sostiene después el ejercicio del pensamiento crítico sobre problemas complejos (Tapia, 2025).

De ahí surge un riesgo pedagógico concreto: tratar esta formación como contenido adicional, separado del resto del currículo, en lugar de integrarla de forma transversal en la enseñanza de

otras áreas. Colombia necesita tratar la integración curricular del pensamiento crítico como una prioridad temprana y sostenida en la formación básica y media. Esa base forma trabajadores con autonomía de juicio frente a la tecnología, la condición que sostiene su bienestar a lo largo de la vida productiva y el propósito último de esta transición.

Sector privado. Las redes industriales colaborativas y los laboratorios de co-creación entre universidad, industria y gobierno exponen al trabajador a perspectivas y problemas diversos, y fortalecen así su capacidad de juicio frente a información contradictoria (Brkovic et al., 2023; Breque et al., 2021). El codiseño tecnológico añade una vía complementaria, porque cuando el trabajador participa en el diseño y despliegue de las herramientas que después va a operar, ejercita su capacidad de análisis sobre el proceso productivo completo (Breque et al., 2021).

Este acceso se concentra hoy en las empresas grandes, mientras las pymes quedan al margen de esos espacios de formación (Brkovic et al., 2023; CONPES, 2025). Esta desigualdad conecta directamente con el problema ya identificado, porque la concentración de la formación en pensamiento crítico perpetúa la brecha entre lo que el sistema educativo enseña y lo que el mercado laboral necesita. Garantizar el acceso efectivo de las pymes a estas redes de colaboración constituye una condición de equidad para el país, porque extiende a los trabajadores de la pequeña y mediana empresa el mismo propósito que orienta toda la transición hacia la Industria 5.0, es decir, su bienestar como fin del proceso productivo.

Colombia ya cuenta con instrumentos de política que podrían servir de vehículo para desarrollar el pensamiento crítico como competencia formada de manera deliberada. Las pruebas Saber y las evaluaciones internacionales de tipo PISA funcionan como mecanismo de diagnóstico de rezagos en lectura crítica y razonamiento analítico (CONPES, 2025), mientras que la Clasificación Única de Ocupaciones ofrece la vía formal para certificar oficialmente una competencia como la supervisión crítica de sistemas algorítmicos (CONPES, 2025). Estos instrumentos existen, pero su potencial para el desarrollo específico del pensamiento crítico permanece subutilizado, porque ninguno de los dos fue diseñado originalmente con ese propósito.

5.2. Creatividad: mecanismos de formación frente a la inteligencia artificial generativa

Educación (docentes y estudiantes). El modelo STEM+A⁹ integra el componente artístico dentro de la formación técnica y científica. Igualmente, el desarrollo del talento digital incorpora así el diseño y la estética como parte de la innovación técnica, no solo el manejo de las herramientas (CONPES, 2025). La personalización de herramientas de código abierto fortalece esta misma facultad cuando el estudiante o el docente desarma una aplicación y la reconstruye para resolver un reto de su propio contexto (UNESCO, 2025, 2024). El aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y las unidades intensivas de tipo hackatón¹⁰ completan este ecosistema pedagógico, puesto que sitúan al aprendiz frente a retos reales y con tiempo limitado, condición que cataliza la síntesis creativa (Mendieta et al., 2025; Haro Esquivel et al., 2025; Savoretti & Kitamura, 2022).

Delegar de forma sistemática en la Inteligencia Artificial Generativa puede debilitar la facultad creativa, una problemática expuesta en un acápite anterior (Stanford HAI, 2026). Frente a este riesgo, la formación docente en integración pedagógica estratégica funciona como condición previa, porque sin profesores capacitados para comprender las implicaciones éticas y sociales de la tecnología, la adopción de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos o el modelo STEM+A pierde el componente reflexivo que la diferencia de un simple entrenamiento técnico (Mendieta et al., 2025; Sierra et al., 2024). Colombia necesita tratar esta formación docente como requisito de entrada de cualquier estrategia STEM+A, antes de destinar recursos a la infraestructura tecnológica del aula.

Sector productivo. El codiseño tecnológico fortalece la creatividad cuando el trabajador participa en el diseño y el despliegue de las herramientas que va a operar. Métodos como el DELPHI¹¹ o los talleres de cocreación son la vía más usada para lograrlo (Sierra et al., 2024). A

⁹ El modelo STEM+A (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, más artes) es un enfoque pedagógico que integra el componente artístico y de diseño dentro de la formación tradicional en disciplinas técnicas y científicas. A diferencia del modelo STEM convencional, que se concentra en el dominio instrumental de herramientas y procesos, el STEM+A incorpora la estética y la creación como parte constitutiva de la innovación técnica, con el propósito de que el estudiante aprenda a usar la tecnología como vehículo de expresión propia y no solo como destreza operativa. En Colombia, este enfoque se enmarca dentro de la Misión para la Transformación Digital de la Educación (CONPES, 2025).

¹⁰ Un hackatón es una jornada intensiva de trabajo colaborativo, generalmente de uno a tres días, en la que equipos multidisciplinarios compiten o cooperan para diseñar y construir un prototipo funcional frente a un reto específico, bajo una restricción estricta de tiempo. El formato se originó en el ámbito del desarrollo de software, de donde toma su nombre (la fusión de "hackear" y "maratón"), pero se ha extendido a la educación y la formación técnica como método para ejercitar la síntesis creativa bajo presión, en un entorno donde el error y la iteración rápida forman parte esperada del proceso.

¹¹ El método DELPHI es una técnica de consulta estructurada que recoge y depura de forma iterativa el juicio de un grupo de expertos o de usuarios finales sobre un problema o un diseño, mediante rondas sucesivas de cuestionarios con retroalimentación anónima entre cada ronda. En el contexto del codiseño

esto se suma la infraestructura de experimentación de bajo riesgo: pruebas controladas y de escala reducida que permiten validar ideas nuevas sin poner en riesgo la estabilidad de la organización (Rivera & Peñaranda, 2026). Los sistemas de evaluación por etapas complementan este enfoque, porque premian la novedad incluso cuando el resultado final no se logra (Gobierno de Japón, 2015). En ambos casos, la condición de fondo es la misma: el fracaso debe costar poco, no dañar la reputación de quien lo intenta.

Sin embargo, la coautoría entre el trabajador y la herramienta generativa introduce una tensión que estos mecanismos no resuelven por sí solos, y precisar qué proporción de una solución corresponde al criterio humano y cuál al soporte predictivo de la máquina carece hoy de protocolos claros de transparencia (DTE, 2026; Gans, 2025). Los sectores donde la innovación tiene implicaciones comerciales o de propiedad intelectual necesitan protocolos explícitos de transparencia de coautoría, precisamente porque la ausencia de esa claridad puede desincentivar la experimentación de bajo riesgo que las políticas anteriores buscan fomentar.

El acceso a estos espacios de experimentación se concentra actualmente en las empresas grandes, mientras las pymes (vehículo frecuente de la producción cultural local y regional) quedan rezagadas. Este vacío profundiza el riesgo de estandarización cultural que el CONPES 4144 advierte, porque la generación masiva de contenido con datos foráneos amenaza con desplazar expresiones culturales locales en ausencia de una política deliberada de apropiación social del conocimiento (CONPES, 2025). Garantizar el acceso efectivo de las pymes culturales a las redes de colaboración y a los laboratorios de co-creación se constituye como una condición de equidad que protege directamente el patrimonio cultural colombiano como parte del bienestar colectivo que orienta la transición hacia la Industria 5.0.

Una condición habilitante transversal. La liberación deliberada de tiempo operativo mediante la automatización, reinvertida de forma consciente en reflexión estratégica, atraviesa por igual a docentes, estudiantes y trabajadores del sector productivo (Rivera & Peñaranda, 2026; Gans, 2025). Lo mismo ocurre con la garantía de condiciones socioeconómicas básicas, que permite la plasticidad cerebral necesaria para que esa reflexión se traduzca en pensamiento creativo real (Jiménez Quesada, 2026). Por esta razón, la política de formación creativa avanza

tecnológico, se utiliza para que los trabajadores que operarán una herramienta aporten su criterio en la fase de diseño, sin la presión social de un debate abierto, hasta llegar a un consenso razonado sobre los ajustes necesarios.

más rápido cuando se articula de forma explícita con la política social, en lugar de tratarse como un programa educativo autónomo.

Colombia ya cuenta con al menos tres instrumentos de política que podrían servir de vehículo para desarrollar la creatividad como competencia formada de manera deliberada. El enfoque STEM+A dentro de la Misión para la Transformación Digital de la Educación, las estrategias de Apropiación Social del Conocimiento orientadas a democratizar el acceso a la tecnociencia, y la creación de Hubs Regionales que articulan academia, Estado y sector productivo en torno a la experimentación tecnológica conforman ese conjunto (CONPES, 2025). Si bien estos instrumentos existen, su potencial específico para el desarrollo de la creatividad, más allá de la alfabetización técnica, permanece subutilizado.

5.3. Inteligencia emocional: mecanismos de formación frente al desplazamiento tecnológico

Educación. La formación docente en acompañamiento socioemocional y ético funciona como condición previa para que los currículos integren las humanidades como pilar del aprendizaje técnico (Dirección de Tecnología Educativa, 2026). La recuperación de la filosofía, la historia y la retórica entrena la inteligencia general necesaria para relacionar conceptos de campos distintos (Kissinger et al., 2023), mientras que las metodologías activas de proyectos, la gamificación y la cocreación de conocimiento sitúan al docente como facilitador, no solo como transmisor de contenidos (Mendieta et al., 2025).

Estas habilidades socioemocionales suelen desarrollarse tarde en la vida si no se siembran desde la educación secundaria, razón por la cual la reforma curricular necesaria es estructural (Brkovic et al., 2023). Colombia necesita tratar esta reforma como respuesta directa a la desensibilización digital y a la crisis de identidad profesional que documenta el Foro Económico Mundial, puesto que una educación que entrena la empatía y el sentido de propósito desde temprano construye la resiliencia que el trabajador necesita frente al desplazamiento tecnológico (World Economic Forum, 2026).

Sector productivo. El Índice Departamental de Competitividad documenta dos mecanismos ya aplicados en Colombia que no dependen de programas de élite corporativa: Vallemplea, que integra el acompañamiento socioemocional con la formación técnica en jóvenes de regiones con desafíos estructurales, y la Semana empresarial de ProBogotá, en la que estudiantes de grado

once resuelven retos empresariales reales durante una semana intensiva para entrenar su persuasión y su tolerancia a la ambigüedad (Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario, 2025). El codiseño participativo del proyecto europeo Factory2Fit aporta un mecanismo complementario, puesto que cuando el trabajador participa en el diseño de las herramientas que va a operar, mejoran tanto su bienestar como su rendimiento (Breque et al., 2021; Mahiri et al., 2023), y los laboratorios vivos donde academia, industria y gobierno colaboran en escenarios reales fortalecen la empatía y la capacidad de negociación del trabajador (Brkovic et al., 2023).

Casi 4 de cada 10 fundadoras exitosas de empresas tecnológicas colombianas recurre hoy a ayuda profesional preventiva, un dato que revela también que este tipo de soporte estructurado rara vez llega al trabajador de base o al empleado en riesgo de desplazamiento (Rivera & Peñaranda, 2026). Colombia necesita extender programas como Vallemplea y la Semana empresarial más allá de sus departamentos de origen, precisamente porque ya demuestran que el acompañamiento socioemocional puede construirse sin depender de la infraestructura de una gran empresa.

Una condición habilitante de naturaleza distinta. A diferencia de la condición transversal identificada en creatividad, la inteligencia emocional depende de una condición de naturaleza institucional. El Estado necesita invertir de forma deliberada en infraestructura psicológica y cívica, entendida como una función de protección social frente al desplazamiento tecnológico que el Estado asume de forma directa, más allá de la carencia individual de cada trabajador (World Economic Forum, 2026).

Esta infraestructura conecta con un riesgo específico del monitoreo tecnológico del bienestar: las mismas tecnologías diseñadas para el cuidado emocional, como las interfaces cerebro-computador o las aplicaciones de eHealth, pueden usarse en sentido inverso, como mecanismo de vigilancia y presión sobre el rendimiento del trabajador (Matamala-Pizarro & Belmar-Riquelme, 2025). Por esta razón, cualquier estrategia de monitoreo tecnológico del bienestar emocional necesita un marco regulatorio explícito que diferencie con claridad su propósito de autocuidado del uso como herramienta de vigilancia o presión sobre el rendimiento (Matamala-Pizarro & Belmar-Riquelme, 2025).

El CONPES 4144 ofrece un anclaje normativo directo para esta competencia en la medida que reconoce que la integración profunda de sistemas de inteligencia artificial incrementa la

exigencia de aptitudes socioemocionales en las vacantes de empleo colombianas, y sitúa la actualización del Sistema Nacional de Cualificaciones como el instrumento llamado a certificar formalmente estas competencias (CONPES, 2025). El documento conecta también la inteligencia emocional con la Apropiación Social del Conocimiento, con énfasis en que la democratización del conocimiento tecnológico incorpore un enfoque diferencial para grupos históricamente excluidos (CONPES, 2025).

5.4. Comunicación compleja: mecanismos de formación frente a la saturación informativa

Educación. La transformación curricular hacia trayectorias modulares e individualizadas permite que el trabajador adquiera competencias específicas de interacción tecnológica a su propio ritmo, con certificados acumulables en lugar de titulaciones rígidas (Sanabria et al., 2019). El CONPES 4144 conecta este mecanismo con el enfoque STEM+A, aquí con un énfasis distinto al que cumple en la formación de la creatividad: formar profesionales capaces de comunicar conceptos complejos entre distintos dominios del saber (CONPES, 2025).

Este énfasis responde directamente a un riesgo documentado. Cuando el propio acto de formular la pregunta o el mensaje se delega en el sistema generativo, se erosiona la facultad misma que diferencia a esta competencia. Colombia necesita que la formación en comunicación compleja entrene explícitamente la formulación de preguntas y mensajes propios antes de recurrir a la herramienta generativa, para que el estudiante ejercite primero el criterio que después va a supervisar.

Sector productivo. El entrenamiento en entornos de trabajo híbridos con robots colaborativos fortalece esta competencia cuando el trabajador aprende a dar instrucciones, observar comportamientos y ajustar su forma de retroalimentar a un sistema que aprende de esa interacción (Sanabria et al., 2019; Mahiri et al., 2023; Tapia, 2025). La coachability complementa este mecanismo. El término describe la disposición del trabajador a recibir retroalimentación que cuestiona sus propios supuestos, sin reaccionar a la defensiva ni tomarlo como un ataque personal. El Colombia Tech Report la documenta como un rasgo que diferencia a los profesionales que logran ajustar su criterio con rapidez frente a los que se aferran a su primera interpretación de un problema, algo especialmente relevante cuando la retroalimentación proviene de un sistema automatizado que señala un error o una inconsistencia en el razonamiento del trabajador (Rivera & Peñaranda, 2026).

El capital relacional, entendido como la participación en redes de mentoría y comunidades de práctica, es el activo más citado por líderes empresariales para acortar la curva de aprendizaje comunicativo, pero la evidencia disponible proviene casi exclusivamente de fundadores y altos directivos (Rivera & Peñaranda, 2026). Colombia necesita extender el acceso a estas redes de mentoría y comunidades de práctica más allá de los perfiles de alta gerencia, precisamente porque el trabajador de base es quien menos acceso tiene hoy a ese tipo de acompañamiento.

Condición habilitante compartida con creatividad. Al igual que en creatividad, la garantía de condiciones socioeconómicas básicas, como la seguridad alimentaria y la estabilidad, sostiene el desarrollo cerebral que hace posible cualquier capacidad comunicativa avanzada (Jiménez Quesada, 2026).

Colombia ya cuenta con instrumentos de política que podrían servir de vehículo para esta competencia. Las estrategias de Apropiación Social del Conocimiento buscan que la ciudadanía, y no solo los especialistas, participe en debates informados sobre tecnología (CONPES, 2025), y el enfoque STEM+A suma otro vehículo disponible. El CONPES 4144 reconoce además la necesidad de que el trabajador pueda dar cuenta de una decisión automatizada, aunque el país todavía carece de un mecanismo operativo que haga esa exigencia verificable en la práctica (CONPES, 2025).

5.5. Liderazgo bajo incertidumbre: mecanismos de formación frente a la escalada no intencionada de crisis

Educación. El tránsito hacia trayectorias educativas modularizadas, con certificaciones graduales en lugar de títulos estáticos, permite que el estudiante acumule experiencia de decisión progresiva en lugar de esperar un título único al final del proceso (Sanabria et al., 2019). La integración temprana de habilidades blandas en la educación secundaria refuerza este mecanismo, puesto que esas habilidades se consolidan mejor cuando se siembran antes de la adultez (Brkovic et al., 2023), junto con el desarrollo de las 4C (pensamiento crítico, comunicación, colaboración, creatividad) como núcleo transversal del currículo técnico (Mahiri et al., 2023).

Las metodologías activas de proyectos y la gamificación aportan el mecanismo pedagógico concreto, porque sitúan al estudiante como protagonista de decisiones estratégicas en tiempo

real (Mendieta et al., 2025). Colombia necesita situar estas metodologías en el eje del currículo técnico, porque el liderazgo bajo incertidumbre se ejercita mediante la práctica repetida de decidir con información incompleta, una destreza que la instrucción puramente teórica no logra construir por sí sola.

Sector productivo. El codiseño participativo en entornos virtuales, documentado por el proyecto europeo Factory2Fit, mejora tanto la productividad como el bienestar emocional del equipo cuando el trabajador participa en el diseño de los sistemas que va a operar (Breque et al., 2021; Mahiri et al., 2023). Los gemelos digitales y la simulación de escenarios permiten entrenar la toma de decisiones sin comprometer recursos reales (Tapia, 2025; Sanabria et al., 2019), un mecanismo que responde directamente al riesgo de que errores técnicos sin supervisión adecuada escalen hacia una crisis mayor (World Economic Forum, 2026). La cooperación multiactor en clústeres industriales y laboratorios vivos que conectan universidad, industria y gobierno completa este conjunto de mecanismos (Brkovic et al., 2023; CONPES, 2025).

Colombia necesita que los marcos de certificación de competencias laborales reconozcan formalmente la capacidad de agencia y de tolerancia a la ambigüedad, además del cumplimiento de procesos definidos, y que el acceso a estos mecanismos de codiseño y simulación se extienda a las pymes mediante financiamiento público, dado que hoy se concentra en organizaciones de mayor tamaño (Rivera & Peñaranda, 2026; Gans, 2025; Breque et al., 2021; Brkovic et al., 2023).

Como se anotó anteriormente (en inteligencia emocional), el Índice Departamental de Competitividad documenta dos mecanismos ya aplicados en Colombia que no dependen de la alta gerencia: la Semana empresarial de ProBogotá y el programa Vallemplea, que entrenan la toma de decisiones bajo ambigüedad en jóvenes antes de su ingreso al mercado laboral formal (Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario, 2025). Gran parte de la evidencia sobre torres de control y redes de mentoría proviene, en cambio, de ecosistemas de fundadores e inversionistas (Rivera & Peñaranda, 2026). Colombia necesita tratar programas como Vallemplea y la Semana empresarial como semillero de liderazgo en incertidumbre y extenderlos más allá de sus departamentos de origen, precisamente porque ya demuestran que esta competencia puede formarse sin depender de la infraestructura de una gran empresa.

Una doble condición habilitante (ya recurrente en este documento). Al igual que en creatividad, comunicación compleja e inteligencia emocional, ninguno de estos mecanismos pedagógicos rinde sus frutos sin dos condiciones previas: la estabilidad socioeconómica básica

que permite la plasticidad cerebral (Jiménez Quesada, 2026), y la inversión pública en infraestructura psicológica y cívica frente a la incertidumbre y el desplazamiento tecnológico (World Economic Forum, 2026).

La Política Nacional de Inteligencia Artificial ya contempla instrumentos que podrían servir de vehículo para esta competencia: estrategias de gobernanza anticipatoria y prospectiva tecnológica, mecanismos de apropiación social del conocimiento para democratizar el debate sobre IA, y la posibilidad de incorporar la explicabilidad ética como competencia evaluable en las pruebas Saber (CONPES, 2025). Esta explicabilidad responde directamente al riesgo de que las decisiones algorítmicas se conviertan en una caja negra institucional, ajena al control democrático, un riesgo que tanto el CONPES 4144 como el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial documentan para el contexto latinoamericano (CONPES, 2025; CEPAL & CENIA, 2025).

6. Industria 5.0 Colombia: conclusiones y condiciones de política para el desarrollo de competencias

El pensamiento crítico, la creatividad y la inteligencia emocional constituyen el nivel constitutivo del juicio individual del trabajador aumentado. La comunicación compleja y el liderazgo bajo incertidumbre conforman el nivel de despliegue, en la medida que trasladan ese juicio hacia la organización y hacia la sociedad. Ninguna de las cinco competencias sustituye a las demás puesto que su desarrollo es interdependiente. Las tres competencias técnicas (alfabetización en inteligencia artificial, analítica de datos y comprensión funcional de sistemas ciberfísicos) aportan la condición tecnológica necesaria para la transición; las cinco competencias diferenciales aportan su orientación de propósito.

Dos condiciones habilitantes transversales

- **Estabilidad socioeconómica básica.** La neuroplasticidad, entendida como la capacidad del cerebro para formar nuevas conexiones y aprender, depende de que estén resueltas necesidades básicas como la alimentación, la vivienda y la estabilidad financiera. Sin esa base, el cerebro prioriza la supervivencia inmediata sobre el aprendizaje complejo, lo cual limita el desarrollo de la creatividad, la comunicación compleja y el liderazgo bajo incertidumbre (Jiménez Quesada, 2026).

- **Infraestructura psicológica y cívica pública.** Más allá de la formación individual, el Estado debe proveer mecanismos públicos de acompañamiento frente al desplazamiento tecnológico, como espacios accesibles de apoyo psicológico, para que el trabajador enfrente ese proceso sin perder el sentido de pertenencia colectiva. Esta condición sostiene la inteligencia emocional y el liderazgo bajo incertidumbre (World Economic Forum, 2026).

Estas dos condiciones se complementan y convergen sobre el liderazgo bajo incertidumbre, la única competencia que depende de ambas simultáneamente. Su cumplimiento es un prerequisite de cualquier mecanismo pedagógico descrito en este documento, independientemente del diseño específico del programa de formación. Por esta razón, la política de competencias para la Industria 5.0 conlleva su articulación explícita con la política social y con la política de protección frente al desplazamiento tecnológico.

Cuatro condiciones de política para Colombia

- **Integración curricular transversal.** Las cinco competencias diferenciales deben incorporarse desde la educación básica y media a lo largo de distintas áreas del conocimiento, en lugar de tratarse como contenido aislado o adicional a los currículos técnicos existentes.
- **Extensión del acceso más allá de la gran empresa.** Los mecanismos que hoy fortalecen estas competencias (codiseño tecnológico, laboratorios de co-creación, redes de mentoría, programas como Vallemplea y la Semana Empresarial de ProBogotá) se concentran en organizaciones de mayor tamaño. Su extensión hacia las pymes y el trabajador informal es una condición de equidad para el desarrollo del talento digital colombiano.
- **Activación de instrumentos normativos ya existentes.** Colombia cuenta con las pruebas Saber, la Clasificación Única de Ocupaciones, el Sistema Nacional de Cualificaciones, el enfoque STEM+A y las estrategias de Apropiación Social del Conocimiento. Su potencial para el desarrollo específico de estas competencias permanece subutilizado, y su activación deliberada resulta más eficiente que la creación de instrumentos adicionales.
- **Mecanismo operativo de explicabilidad.** El CONPES 4144 reconoce la necesidad de que el trabajador pueda dar cuenta de una decisión automatizada, pero Colombia todavía no cuenta con un mecanismo que haga esa exigencia verificable en la práctica.

Cerrar ese vacío es una condición para la comunicación compleja y para el liderazgo bajo incertidumbre.

En conjunto, estas condiciones de política tienen como consecuencia esperable el cierre de la brecha tecnológica y el fortalecimiento de la posición de Colombia en la economía del conocimiento. El objetivo que las orienta sitúa, en cambio, el bienestar del trabajador colombiano como el fin del proceso de transformación digital. La protección del trabajador, más allá del puesto específico que ocupa en un momento dado, conlleva el desarrollo efectivo de estas cinco competencias diferenciales, que le dan contenido concreto frente a la transformación tecnológica en curso.

Bibliografía

- Alonso Arévalo, J. (2026). Alfabetización en inteligencia artificial: competencias, marcos de referencia y el papel de las bibliotecas en la era digital. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, (131), 9-23.
- Amabile, T. M. (2012). *Componential theory of creativity* (Working Paper No. 12-096). Harvard Business School.
- Atkinson, M. P., & Slatta, R. W. (Eds.). (2009). *A critical thinking primer*. North Carolina State University.
- Ayman, R., Chemers, M. M., & Fiedler, F. E. (1995). The contingency model of leadership effectiveness: Its levels of analysis. *The Leadership Quarterly*, 6(2), 147-167.
- Azor Oliver, A. G. (2026). Digitalización e inteligencia artificial en la administración de justicia y la función pública: riesgos psicosociales, vigilancia algorítmica y obligaciones preventivas. *e-Revista Internacional de la Protección Social*, 11(1), 113-148. <https://dx.doi.org/10.12795/e-RIPS>
- Bar-Cohen, O. (2025, 3 de marzo). *Why leaders make bad decisions? Herbert Simon's theory on leaders' decision-making: A comprehensive analysis*. Everything HR.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David McKay Company.
- Brackett, M. A., & Salovey, P. (2006). Measuring emotional intelligence with the Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test (MSCEIT). *Psicothema*, 18(Supl.), 34-41.

- Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union.
- Brkovic, M., Culibrk, J., Rikalovic, A., Tasic, N., & Bajic, B. (2023). Industry 5.0 and the skills gap: Strategies for developing a future-ready workforce. *19th International Scientific Conference on Industrial Systems*, 360-365. https://doi.org/10.24867/IS-2023-T6.2-2_04941
- Carro-Suárez, J., y Sarmiento-Paredes, S. (2022). El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 10(24), 1-18. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81727>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) & Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA). (2025). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA) 2025* (Documentos de Proyectos LC/TS.2025/68).
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). (2025). *Política Nacional de Inteligencia Artificial* (Documento CONPES 4144). Departamento Nacional de Planeación.
- Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario. (2025). *Índice Departamental de Competitividad 2025*. Puntoaparte Editores.
- Dirección de Tecnología Educativa (DTE). (2026). *Inteligencia Artificial Generativa en la educación: del uso al sentido pedagógico*. Subsecretaría de Educación de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Elder, L. (2010, septiembre). *Richard Paul*. Foundation for Critical Thinking.
- Emmerling, R. J., & Goleman, D. (2003). *Emotional intelligence: Issues and common misunderstandings*. The Consortium for Research on Emotional Intelligence in Organizations.
- Gans, J. (2025). *The microeconomics of artificial intelligence*. The MIT Press.
- Goleman, D. (1998). *La práctica de la inteligencia emocional* (F. Mora & D. González Raga, Trad.). Editorial Kairós.
- Gutiérrez, T. (2024, julio). *Las tres condiciones que, según Teresa Gutiérrez, ex directiva de Tesla, definirán a los líderes en la era de la IA* [Entrevista concedida a El Tiempo en el marco del Aval Tech Week]. El Tiempo.

- Jiménez Quesada, R. (2026). Acción y reflexión del rol docente en la 5ta Revolución Industrial: ¿Cómo apoyar a los estudiantes en las sociedades no estáticas? *Revista Académica Institucional RAI*, 14(8), 218-227. <https://doi.org/10.64183/3tf3wz04>
- Kissinger, H. A., Schmidt, E., & Huttenlocher, D. (2023). *La era de la IA y nuestro futuro humano* (L. Señarís Cejas, Trad.). Ediciones Anaya Multimedia.
- Kosmyrna, N., Hauptmann, E., Yuan, Y. T., Situ, J., Liao, X.-H., Beresnitzky, A. V., Braunstein, I., & Maes, P. (2025). *Your brain on ChatGPT: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task* [Preprint, en revisión]. MIT Media Lab.
- Langlois, R. N., & Cosgel, M. M. (1993). Frank Knight on risk, uncertainty, and the firm: A new interpretation. *Economic Inquiry*, 31(3), 456-465.
- Mahiri, F., Najoua, A., Ben Souda, S., & Amini, N. (2023). From Industry 4.0 to Industry 5.0: The transition to human centricity and collaborative hybrid intelligence. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*, 50(4), 85-94. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.50.4.8>
- Massoni, S., Mascotti, M., & Margherit, L. (2013). Medición de procesos comunicacionales en organizaciones y proyectos: La dimensión informativa desde la comunicación estratégica. *Razón y Palabra*, (85).
- Matamala-Pizarro, J., & Belmar-Riquelme, J. (2025). El Operario 4.0: una revisión narrativa sobre elementos prescriptivos en la conformación de una nueva subjetividad laboral. *Ajayu*, 23(2), 124-146.
- Mayer, J. D., Caruso, D. R., & Salovey, P. (2016). The ability model of emotional intelligence: Principles and updates. *Emotion Review*, 8(4), 290-300.
- Mei, J., Chen, K., & Sun, W. (s.f.). *Adaptive leadership in crisis: Strategies for managing uncertainty and enhancing organizational resilience*. Seokyeong University.
- Mejía Díaz, J. J. (2013). Reseña teórica de la inteligencia emocional: modelos e instrumentos de medición. *Revista Científica*, 17(1), 10-32.
- Mendieta, L., Guriz, N., Orellana, D., & Vela, S. (2025). Educación 5.0 e innovación pedagógica: desafíos estratégicos y perspectivas emergentes en la integración tecnológica y el fortalecimiento de la formación integral universitaria. *Reincisol*, 4(8), 3833-3854. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(8\)3833-3854](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(8)3833-3854)
- Molodtsova, V., Hrechanyk, N., Guoxi, R., Khoroshailo, O., & Fadyeyeva, I. (2025). The significance of artificial intelligence in fostering professional competencies of the future:

- a systematic review. *Revista Eduweb*, 19(2), 280-295. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2025.19.02.19>
- Morocho, J., Yaselga, W., Lizano, M., y Medina, M. (2025). Competencias digitales y de IA en la educación: transformando a los estudiantes para liderar el futuro del trabajo. *Reincisol*, 4(7), 2841-2864. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)2841-2864](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)2841-2864)
 - Paz Rada, E. (2023). La sociología de Niklas Luhmann (I): sentido y comunicación. *Temas Sociales*, (53), 151-176.
 - Petrides, K. V., & Mavroveli, S. (2018). *Theory and applications of trait emotional intelligence*. London Psychometric Laboratory.
 - Puertollano Galán, V., & Castro-Díaz, M. (2025). La inteligencia artificial en la creación artística: innovación, homogeneidad y desafíos de la originalidad. *Vivat Academia, Revista de Comunicación*, (158), 1-17. <https://doi.org/10.15178/va.2025.158.e1608>
 - Ramos Luna, L. L. (2025). La universidad en la caja negra: disputas institucionales en torno a la inclusión y la gestión algorítmica. *Diálogos sobre Educación*, 16(34). <https://doi.org/10.32870/dse.voi34.1712>
 - Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
 - Rivera, R., & Peñaranda, M. P. (2026). *Colombia Tech Report 2026: El momento de la redefinición*. KPMG Colombia.
 - Romo Santos, M. (1987). Treinta y cinco años del pensamiento divergente: teoría de la creatividad de Guilford. *Estudios de Psicología*, (31), 53-74.
 - Sanabria, M., Ramírez, J. H., & Torres, G. (2019). *La cuarta revolución industrial, las organizaciones y la sociedad contemporánea* [Trabajo de grado de maestría, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional EdocUR.
 - Savoretti, R., & Marinho Kitamura, T. (2022). *Industry 5.0: A first step to find new balance in the market through MADE* [Tesis de maestría, Politecnico di Milano].
 - Sierra, C., Lemus del Cueto, L., Ausín, T., Hernández Moreno, J., Cerquides Bueno, J., & Ribeiro Seijas, A. (Coords.). (2024). *Inteligencia Artificial: transformando la gestión de políticas y bienes públicos en la era digital*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). <https://doi.org/10.54675/AQKZ9414>
 - Sosa Correa, M. (2008). *Escala autoinformada de inteligencia emocional (EAIE)* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Docta Complutense.
 - Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI). (2026). *The 2026 AI Index report*. Stanford University.

- Suciu, M. C., Plesea, D. A., Petre, A., Simion, A., Mituca, M. O., Dumitrescu, D., Bocaneala, A. M., Moroianu, R. M., & Nasulea, D. F. (2023). Core competence—as a key factor for a sustainable, innovative and resilient development model based on Industry 5.0. *Sustainability*, 15(9), 7472. <https://doi.org/10.3390/su15097472>
- Tapia, G. (2025). Transformación 5.0 y el valor organizacional sustentable. *Perspectivas: Revista Científica de la Universidad de Belgrano*, 8(2), 29-44.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- UCSC Emeriti Association. (2002, 9 de octubre). *Frank X. Barron, pioneer in the psychology of creativity, dies at 80*. University of California, Santa Cruz.
- UNESCO. (2024). *Draft AI competency frameworks for teachers and for school students*.
- UNESCO. (2025). *Marco de competencias para estudiantes en materia de IA*.
- Valette, E., Bril El-Haouzi, H., & Demesure, G. (2023). Industry 5.0 and its technologies: A systematic literature review upon the human place into IoT- and CPS-based industrial systems. *Computers & Industrial Engineering*, 184, 109426. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109426>
- Vidarte Asorey, V. (s.f.). *Hacia una epistemología de la comunicación social: Una genealogía de la vinculación entre cultura y comunicación desde el enfoque dialéctico*. Universidad Nacional de La Plata.
- Watzlawick, P., Beavin, J. B., & Jackson, D. D. (1991). *Teoría de la comunicación humana: Interacciones, patologías y paradojas*. Editorial Herder.
- World Economic Forum. (2026). *The Global Risks Report 2026* (21.^a ed.) [Insight Report]. World Economic Forum.

Declaración de uso transparente de Inteligencia Artificial

El autor declara que en la elaboración de este artículo se utilizaron herramientas de inteligencia artificial, específicamente Claude (Anthropic), Perplexity y NotebookLM (Google). Claude apoyó la estructuración del argumento, la redacción iterativa de las secciones y la revisión editorial, además de la verificación directa de referencias bibliográficas mediante búsqueda web cuando la información no estaba disponible en las fuentes ya cargadas al proyecto. Perplexity se utilizó para la identificación inicial de fuentes académicas e institucionales. NotebookLM se empleó para la extracción estructurada de síntesis bibliográficas y para la verificación cruzada de los datos de citación, en varios cuadernos independientes. Todas las decisiones editoriales, el desarrollo argumental, las posiciones sostenidas y la responsabilidad sobre el contenido son exclusivas del autor. Las herramientas de inteligencia artificial no reemplazan el juicio académico ni la autoría intelectual del documento.