



INFORME TÉCNICO DETALLADO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE MATERIAL DE APRENDIZAJE SIGMA

Proyecto Doctoral: "Evaluación del Impacto de la Generación y Adaptación de Materiales de Aprendizaje mediante Inteligencia Artificial en el Rendimiento Académico de Estudiantes de Secundaria en Ambientes Virtuales"

Autor: César Augusto Navarrete Lombana.

Director: Doctor. Andrés Marino Osorio Herrera

Índice

1. Resumen	1
2. Introducción General al Sistema SIGMA.....	2
3. Integración Curricular en SIGMA: Sustento Teórico y Pedagógico	4
4. Gradualidad Escolar y Desarrollo Cognitivo: Fundamentos para la Adaptación en SIGMA	15
5. Evaluación por Competencias: Enlace entre las Pruebas Saber y SIGMA (Componente CIES)	20
6. Clasificación Conceptual: Criterios Lógicos para la Presentación Didáctica en SIGMA	24
7. Consideraciones Éticas y Desafíos de la Inteligencia Artificial en la Educación	27
8. Componente Técnico y Algorítmico del Sistema SIGMA: Incorporación y Funcionamiento de la Inteligencia Artificial	29
9. Explicación de componentes del sistema base de conocimiento interfaz de sigma	31
10. Ejemplo De Generación De Material De Aprendizaje En SIGMA	37
11. Conclusiones y Proyecciones	40
12. Referencias.....	41

1. Resumen

El presente informe técnico ofrece una visión completa del **Sistema de Generación de Material de Aprendizaje (SIGMA)**, una plataforma concebida como una solución basada en inteligencia artificial (IA) para abordar problemáticas educativas estructurales inicialmente en Bogotá, Colombia. Específicamente, SIGMA responde a la falta de tiempo que enfrentan los docentes para elaborar materiales de calidad y a los bajos resultados estudiantiles en pruebas estandarizadas como Saber y PISA. Para lograrlo, el sistema articula las políticas educativas de gran escala con la práctica diaria en el aula, ofreciendo recursos alineados con estándares nacionales e internacionales que buscan mejorar los resultados académicos.

El sistema se erige sobre cuatro pilares fundamentales que garantizan la calidad y pertinencia de los recursos generados. El primero es la **integración curricular**, que asegura la coherencia con los lineamientos educativos nacionales. El segundo es la **adaptación al grado escolar**, que ajusta el contenido al desarrollo cognitivo de los estudiantes. El tercer pilar es la **evaluación por competencias**, materializada en el Componente de Integración Evaluativa Saber (CIES), que alinea los materiales con la lógica de las pruebas estandarizadas. Finalmente, la **clasificación conceptual** organiza el

conocimiento de manera didáctica y estructurada. Juntos, estos pilares permiten que los materiales no solo se produzcan de manera rápida y eficiente, sino que sean pertinentes, personalizados y significativos para el aprendizaje.



Captura de pantalla de la página de inicio de SIGMA. Captura de pantalla de la sección del sitio web Kheper Mentor dedicada al sistema SIGMA. Obtenido de Kheper Mentor, por César Augusto Navarrete.

La propuesta de valor de SIGMA para los docentes reside en su capacidad para democratizar el uso de la inteligencia artificial. A través de una interfaz sencilla e intuitiva, los educadores pueden personalizar recursos educativos sin necesidad de formación técnica especializada. Al ingresar parámetros clave como el concepto, el grado y el tipo de evaluación, los docentes

toman el control del proceso generativo, liberándose de la carga operativa asociada al diseño de materiales. Esto les permite dedicar más tiempo a su rol esencial e insustituible: la mediación pedagógica y el acompañamiento humano. SIGMA se posiciona como un aliado estratégico del docente. Lejos de pretender reemplazar la labor humana, el sistema potencia las capacidades del educador, actuando como un

amplificador pedagógico que facilita la creación de materiales de alta calidad y fomenta una enseñanza más personalizada y eficaz. La tecnología, en este marco, es una herramienta al servicio de la pedagogía, fortaleciendo el rol del docente como guía y facilitador del aprendizaje en un ecosistema educativo cada vez más complejo y demandante.

2. Introducción General al Sistema SIGMA

El sistema es una plataforma diseñada para traducir marcos pedagógicos y curriculares complejos en recursos educativos accesibles, rigurosos y listos para su uso, todo a través de una interfaz gráfica intuitiva. Este enfoque es estratégicamente importante, ya que conecta las directrices teóricas de la política educativa con las necesidades prácticas del aula, permitiendo a los docentes generar materiales personalizados sin sacrificar la coherencia normativa ni la calidad académica (Huang et al., 2023; Navas Ríos et al., 2023; Salinas & Gutiérrez, 2023).. El funcionamiento central del sistema se activa cuando el docente ingresa cuatro parámetros clave: el **concepto** a trabajar, la **integración curricular** correspondiente, el **grado escolar** del estudiante y el **tipo de prueba** de referencia. Con estos insumos, desencadena un proceso avanzado de construcción de *prompts* que transforma los lineamientos pedagógicos en materiales listos para ser utilizados en entornos presenciales o virtuales (OpenAI, 2023; Prather et al., 2023; UNESCO, 2024)..

La arquitectura se articula sobre cuatro pilares fundamentales que garantizan un enfoque integral de personalización:

SIGMA
SISTEMA DE GENERACIÓN
DE MATERIAL DE APRENDIZAJE

Actualizar Datos SIGMA

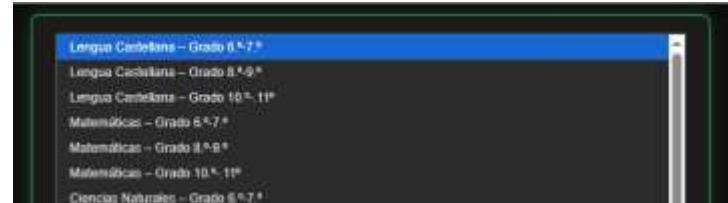
Concepto: La Mitosis

Integración Curricular: Ciencias Naturales – Grado 6.º-7.º

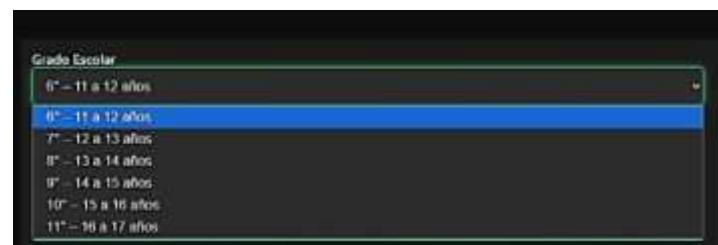
Grado Escolar: 6º – 11 a 12 años

Tipo de Prueba: Ninguna prueba

Integración curricular, Asegura una correspondencia rigurosa con los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), garantizando la pertinencia del contenido.



Adecuación al nivel escolar, Ajusta la dificultad del material, el lenguaje y la profundidad conceptual a la madurez cognitiva y al grado específico del estudiante.



Alineación evaluativa, Incorpora la lógica y estructura de pruebas estandarizadas externas, como Saber 9.º y Saber 11.º, para familiarizar a los estudiantes con estos formatos de evaluación.



Clasificación conceptual, Organiza los saberes en estructuras lógicas claras y progresivas, lo que facilita la comprensión y el aprendizaje significativo.



Estos pilares no son compartimentos aislados, sino dimensiones interconectadas que configuran un enfoque integral de

personalización. El sistema no se limita a modificar el nivel de dificultad, sino que adapta también el tipo de contenido, la forma de presentarlo, la secuencia de actividades y los criterios de evaluación.



Un rasgo distintivo es la democratización de la ingeniería de prompts: los educadores, sin requerir conocimientos técnicos, pueden personalizar materiales desde un entorno visual intuitivo (Prather et al., 2023; UNESCO, 2024). Así, la IA no reemplaza la labor docente, sino que actúa como un amplificador pedagógico (Crompton & Burke, 2023). Tal como señalan Holmes, Bialik y Fadel (2019), el valor de la IA en educación está en liberar al profesor de tareas repetitivas, de manera que pueda concentrarse en lo que realmente marca la diferencia: la mediación, el acompañamiento y la orientación personalizada (Salinas & Gutiérrez, 2023)..

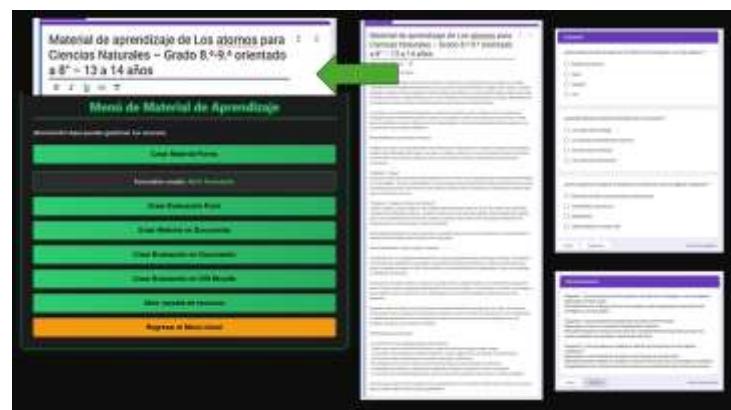


SIGMA ofrece además versatilidad en los formatos de salida. Puede generar cuestionarios en Google Forms con retroalimentación elaborativa (Hattie & Timperley, 2007), guías escritas en Google Docs o Word para contextos con baja conectividad, y bancos de preguntas en formato GIFT para Moodle, todos almacenados

automáticamente en la nube. Esta diversidad amplía su alcance y garantiza su integración en los ecosistemas educativos más comunes (Báez-López & Herrera-Alemán, 2024; Swiecki et al., 2022)..



Finalmente, la alineación con el marco normativo nacional asegura que SIGMA no sea solo viable tecnológicamente, sino también legítimo en su adopción institucional. La articulación con la Ley 115 de 1994 y con referentes como los Estándares y las pruebas Saber lo convierten en una herramienta con potencial de escalabilidad y de impacto sistémico en la educación colombiana y latinoamericana (Congreso de la República de Colombia, 1994; Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2022; Ministerio de Educación Nacional, 2006; Navas Ríos et al., 2023).

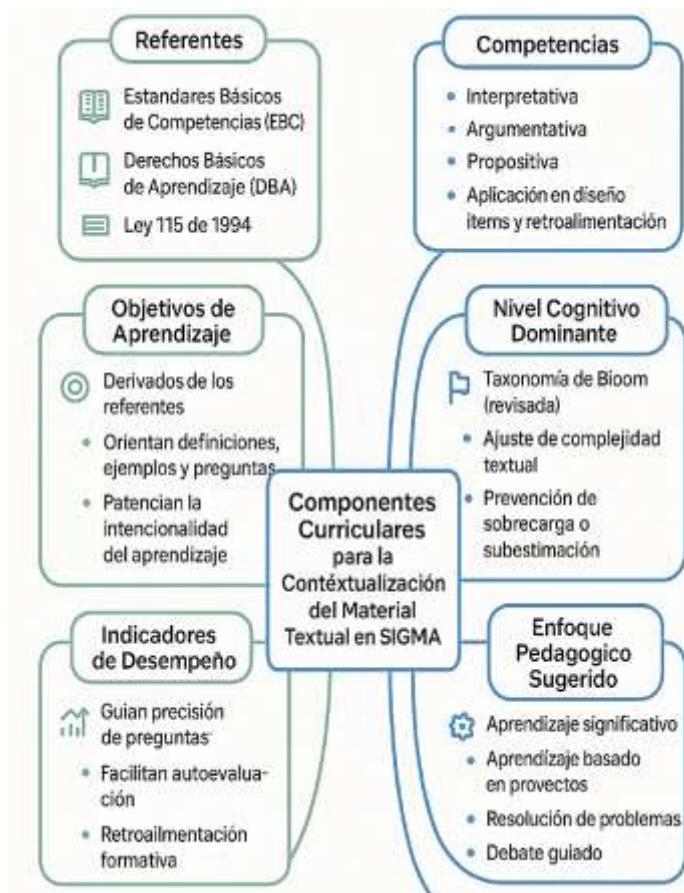


3. Integración Curricular en SIGMA: Sustento Teórico y Pedagógico

La construcción de materiales de aprendizaje adaptativos en SIGMA demanda una base curricular robusta que asegure su pertinencia pedagógica y su estricta alineación con los lineamientos educativos nacionales. Esta iniciativa representa una síntesis sólida de los lineamientos derivados de la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) y las normativas subsiguientes, que promueven una educación de calidad, pertinente y contextualizada en Colombia (**Congreso de la República de Colombia, 1994; Navas Ríos et al., 2023**). Esta profunda articulación proporciona una base estructural desde la cual se extraen criterios para la creación de material de aprendizaje textual que sea relevante, adaptable y significativo. Los componentes curriculares se estructuran para adaptar específicamente la presentación del concepto, el ejemplo ilustrativo, la formulación de la pregunta y la retroalimentación (**Huang et al., 2023; Salinas & Gutiérrez, 2023**).



Componentes Curriculares y su Contribución a la Contextualización del Material de Aprendizaje Textual:



3.1. Referentes (Estándares de Calidad): Estos estándares operan como un marco orientador esencial para el proceso educativo. En el contexto colombiano, los Estándares Básicos de

Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) (**Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2006, 2016**) delinean los conocimientos y habilidades fundamentales que los estudiantes deberían desarrollar en cada nivel y área. La incorporación de estos referentes en SIGMA contribuye a asegurar que el material de aprendizaje generado se alinee consistentemente con las expectativas nacionales de calidad educativa. De estos referentes se extraen criterios que guían la precisión y el alcance de las definiciones conceptuales y las preguntas textuales. Esto sugiere que, al margen del concepto específico que se aborde, el material tenderá a apoyar los objetivos curriculares de mayor alcance, facilitando una progresión estructurada en el aprendizaje. La investigación de **Navas Ríos et al. (2023)** subraya cómo los estándares de calidad son cruciales para el diseño curricular en la educación colombiana, asegurando la alineación con las expectativas nacionales.



3.2. Objetivos de Aprendizaje: Derivados directamente de los referentes, los objetivos de aprendizaje establecen con claridad lo que se espera que el estudiante logre al término de una unidad o al abordar un concepto. Al integrar estos objetivos en el diseño del material, SIGMA puede orientar cada componente textual “definición, ejemplo, pregunta” hacia la consecución de resultados específicos. De ellos se extraen criterios para asegurar que la redacción del contenido y de las preguntas impulse el logro de esos

resultados. Esta alineación inherente potencia la intencionalidad pedagógica del material, lo cual podría ayudar al estudiante a comprender el propósito de su aprendizaje y cómo cada parte textual contribuye a un logro más amplio. La relevancia de los objetivos de aprendizaje en la innovación del aprendizaje personalizado en la educación virtual a través de la IA es destacada por **Huang et al. (2023)**, lo que valida su incorporación en SIGMA.

SIGMA: Parámetros pedagógicos que guían la generación adaptativa del material educativa con inteligencia artificial

3.3. Competencias (Interpretativa, Argumentativa, Propositiva, etc.):

La Ley 115 de 1994, y la evolución subsiguiente del currículo en Colombia, han puesto énfasis en un modelo educativo basado en competencias (**Congreso de la República de Colombia, 1994**). La integración de estas competencias en SIGMA podría permitir al sistema extraer criterios para que el material textual no solo presente información, sino que también diseñe preguntas y retroalimentaciones que estimulen activamente el desarrollo de habilidades. Por ejemplo, para un nivel educativo superior, el material podría abordar un concepto a través de textos que exijan análisis crítico y justificación, fomentando así la aplicación del conocimiento en situaciones de mayor complejidad. Este aspecto se considera crucial para la formación de individuos que puedan desempeñarse eficazmente en diversos contextos. Un estudio de **López Proaño y Abad Arroyo (2025)**, aborda cómo el aprendizaje basado en competencias y la retroalimentación formativa influyen en la adquisición de habilidades blandas en estudiantes, lo que refuerza la validez de este enfoque en SIGMA.

3.4. Nivel Cognitivo Dominante: La taxonomía de Bloom (o sus revisiones, como la de **Anderson & Krathwohl, (2001)**, sirve como guía para determinar la profundidad del procesamiento mental que se anticipa del estudiante (desde la comprensión básica hasta la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación). Al parametrizar este nivel, SIGMA puede extraer criterios para ajustar la complejidad de las definiciones textuales, la elaboración de los ejemplos escritos, la demanda cognitiva de las preguntas y la sofisticación de la retroalimentación. Este ajuste busca que el material textual sea apropiado para el desarrollo cognitivo del estudiante en cada etapa, buscando evitar tanto la sobrecarga como la subestimación, y promoviendo un andamiaje adecuado para el aprendizaje. **Ullah et al. (2020)** validan la taxonomía de Bloom como una herramienta útil para evaluar los niveles de competencia



COMPETENCIAS TRANSVERSALES



ENFOQUE PEDAGÓGICO



INDICADORES DE DÉSEMPEÑO



RECURSOS TEXTUALES

3.5. Competencias Transversales: Elementos como el pensamiento crítico, la comunicación asertiva, la ciudadanía global o el pensamiento sistémico se reconocen como habilidades esenciales para el siglo XXI. La incorporación deliberada de estas competencias en el diseño del material permite extraer criterios

para que, más allá del contenido disciplinar, se potencie la formación integral del estudiante a través de los textos. El material de SIGMA, al ser configurado con estos parámetros, podría incluir, por ejemplo, dilemas éticos presentados textualmente en Ciencias Sociales o problemas de colaboración descritos en Educación Física, buscando cultivar estas habilidades de manera inherente al proceso de aprendizaje. Múltiples investigaciones exploran cómo la IA puede ofrecer perspectivas sobre la enseñanza, el currículo y las posibilidades futuras, incluyendo la promoción de un enfoque interdisciplinario. **Haro Esquivel et al. (2025)** y **Durán Sánchez et al. (2024)** también destacan el desarrollo de estas competencias mediante IA.

3.6. Enfoque Pedagógico Sugerido: Este parámetro define la estrategia didáctica que orienta el diseño instruccional, como el aprendizaje significativo, el debate guiado, la resolución de problemas o el aprendizaje basado en proyectos. Al incorporarlo, SIGMA puede ajustar de forma operativa la estructura, secuencia y estilo discursivo del material textual, reflejando las intenciones pedagógicas subyacentes. Por ejemplo, el aprendizaje basado en proyectos puede traducirse en guías con casos abiertos, mientras que el debate guiado implica preguntas con múltiples perspectivas y retroalimentación argumentativa. Así, este enfoque no solo asegura coherencia con las prácticas docentes, sino que permite al sistema IA configurar materiales con intencionalidad didáctica explícita. **Salinas & Gutiérrez (2023)**, sostienen que la metodología es el eje articulador entre el contenido y el aprendizaje, lo que justifica su parametrización como criterio clave en la generación textual.



3.7. Indicadores de Desempeño: Estos son los criterios observables que buscan evidenciar el logro de los objetivos y el desarrollo de las competencias. Al incorporarlos, SIGMA puede extraer criterios que afinen la precisión de las preguntas y la retroalimentación textual, orientando al estudiante hacia la manifestación explícita de lo aprendido. Este proceso no solo podría facilitar la autoevaluación del estudiante, sino que también se espera que proporcione al docente datos claros sobre el progreso del aprendizaje y las áreas que podrían requerir mayor atención (**Hattie & Timperley, 2007**; **Swiecki et al., 2022**).

3.8. Recursos Didácticos (textuales): En este estudio particular, la mención de recursos se centra exclusivamente en elementos de tipo textual, como la estructura de textos narrativos o artículos de opinión, que la IA puede generar o referenciar. Esto permite a SIGMA diversificar los formatos de presentación del material textual. La contextualización se ve potencialmente mejorada al seleccionar el tipo de texto que mejor se ajusta al concepto, al grado y al enfoque pedagógico, lo que podría enriquecer la experiencia de aprendizaje (**Huang et al., 2023**; **OpenAI, 2023**).

3.9. Recomendaciones para la Generación de Material con base en fundamentos curriculares.

Esta columna de la Tabla 1 consolida la definición del concepto, los ejemplos ilustrativos, las preguntas de comprensión, las opciones de respuesta y la retroalimentación. Representa la traducción operativa de los elementos curriculares parametrizados en SIGMA, donde cada componente “referentes, objetivos, competencias, nivel cognitivo, enfoque pedagógico, entre otros” se convierte en un criterio funcional para la IA. Así, por ejemplo, el nivel cognitivo determina la complejidad de la pregunta; el enfoque pedagógico, la secuencia y el tipo de ejemplo; y las competencias, el tipo de habilidad que se busca desarrollar. Esta estructura, estandarizada pero adaptable, permite a la IA generar materiales textuales coherentes y pertinentes (Huang et al., 2023), reduciendo la carga de diseño para el docente y fortaleciendo su rol como mediador pedagógico (Salinas & Gutiérrez, 2023).

3.10. Análisis de la Integración Curricular y el Rol de la IA:



SIGMA aprovecha la inteligencia artificial (IA) como un motor fundamental para la operacionalización y escalabilidad de marcos curriculares complejos. La detallada articulación de componentes curriculares, como los Estándares Básicos de Competencias (EBC), Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), objetivos, competencias y niveles cognitivos, se traduce en criterios concretos que guían la generación de contenido por IA. Esta capacidad transforma las directrices educativas abstractas en parámetros operacionales para un sistema automatizado, superando las limitaciones del diseño curricular manual y asegurando una aplicación consistente de los principios pedagógicos en una vasta gama de materiales de aprendizaje. Al liberar al docente de parte de la carga de diseño inicial, la IA en SIGMA actúa como un motor de eficiencia, facilitando y dinamizando la creación de contenido educativo de alta calidad y pedagógicamente sólido, haciendo que los principios avanzados de diseño instruccional sean escalables y accesibles (Prather et al., 2023; Salinas & Gutiérrez, 2023).

Además, SIGMA representa un cambio de paradigma hacia el desarrollo de competencias, con la IA como facilitador clave. El sistema pone un énfasis en el desarrollo de competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, así como en las competencias transversales. Esto se logra mediante el diseño de preguntas matizadas y retroalimentaciones específicas, detalladas en las "Recomendaciones para la Generación de Material" de la Tabla 1, que estimulan activamente el desarrollo de habilidades y promueven un alejamiento de la memorización pasiva. En este sentido, Haro Esquivel et al. (2025) y Durán Sánchez et al. (2024) sostienen que la IA no debe limitarse a la entrega de contenido, sino extenderse a la potenciación activa del pensamiento de orden superior y las habilidades prácticas, alineándose con las tendencias educativas del siglo XXI y acelerando un cambio fundamental en la filosofía educativa.

Para concluir, como argumentan Navas Ríos et al. (2023), la viabilidad y el impacto transformador de los sistemas de IA en la educación dependen de una profunda alineación con las políticas educativas nacionales. La "Tabla 1: Articulación Curricular y Pautas para la Generación de Material de Aprendizaje Adaptativo en el Sistema Sigma" ilustra cómo se integra estratégicamente la "Ley 115 de 1994", el "currículo nacional", los "estándares evaluativos del país (pruebas Saber)" y las "normativas nacionales" (Congreso de la República de Colombia, 1994; Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2018). Esta integración es crucial para que SIGMA no solo alcance su potencial transformador y escalabilidad, sino que también opere eficazmente dentro del marco regulatorio y político existente, consolidándose como un modelo de integración tecnológica responsable y efectiva en el ámbito educativo.



Tabla 1:**Articulación Curricular y Pautas para la Generación de Material de Aprendizaje Adaptativo en el Sistema Sigma**

Grado y Área	Parámetros estructurales para generación de material por IA	Recomendaciones para la Generación de Material de Aprendizaje (Tipo Textual)
Lengua Castellana – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Estándares de competencias en lenguaje.</p> <p>Objetivos: Comprensión literal e inferencial.</p> <p>Competencias: Interpretativa básica, escritura funcional.</p> <p>Nivel cognitivo dominante: Comprensión. Competencia transversal: Comunicación assertiva.</p> <p>Enfoque pedagógico sugerido: Aprendizaje significativo.</p> <p>Indicadores: Identifica ideas principales y produce textos narrativos sencillos.</p> <p>Recursos: Texto narrativo, ejemplos cotidianos, organizadores gráficos.</p>	<p>Definición del Concepto: Clara y concisa, centrada en la identificación de ideas principales dentro de un texto narrativo. Se utiliza vocabulario apropiado para estudiantes de grado 6.º y 7.º, con términos sencillos que faciliten la comprensión literal e introduzcan inferencias básicas.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Se presentan fragmentos breves de narraciones relacionadas con experiencias cotidianas del entorno escolar o familiar (por ejemplo: perder un objeto en el colegio o preparar una receta en casa). Estos fragmentos incluyen ideas explícitas e implícitas, permitiendo al estudiante practicar la identificación y diferenciación de ambas.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Se formulan preguntas directas y breves sobre el concepto o tema central, alineadas con el nivel de comprensión, pero deben ser adaptadas al concepto del que se trata la guía: estas preguntas son ejemplos, son solo una guía de tipo de preguntas y deben ser adaptadas – ¿Cuál es la idea principal del texto? – ¿Qué pistas del texto permiten entender por qué el personaje actuó así? – ¿Qué parte del texto muestra una emoción del personaje que no se dice directamente?</p> <p>Opciones de Respuesta: Cada pregunta incluye cuatro opciones: una correcta y tres distractores plausibles. Los distractores se diseñan de forma que guarden relación con el texto, pero que presenten desviaciones claras en significado, tiempo o enfoque, estimulando la reflexión del estudiante sin inducir a error por ambigüedad.</p> <p>Retroalimentación: Se ofrece retroalimentación inmediata para cada opción, explicando por qué la respuesta es correcta o incorrecta. En el caso correcto, se destaca la relación entre la idea principal y una frase específica del texto. En los errores, se guía al estudiante hacia la reinterpretación del contenido, reforzando la diferencia entre información explícita e inferencia contextual.</p>
Lengua Castellana – Grado 8.º/9.º	<p>Referentes: Estándares de comprensión lectora. Objetivos: Análisis de textos argumentativos. Competencias: Argumentativa, crítica. Nivel cognitivo dominante: Análisis. Competencia transversal: Pensamiento crítico. Enfoque pedagógico: Debate guiado y lectura crítica. Indicadores: Evalúa argumentos y redacta opiniones justificadas. Recursos: Artículos de opinión, mapas argumentativos.</p>	<p>Definición del Concepto: Formular la definición con un lenguaje que invite al análisis y la crítica, adecuada para la estructura y propósito de textos argumentativos. El vocabulario debe ser apropiado para estudiantes de 8.º y 9.º grado, facilitando la identificación de tesis, argumentos y contraargumentos.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Incluir extractos de artículos de opinión, editoriales o situaciones de debate que requieran evaluar la validez de argumentos y la identificación de falacias. Los ejemplos deben presentar perspectivas múltiples para fomentar el pensamiento crítico.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Diseñar preguntas que exijan identificar la tesis central, los argumentos de apoyo, los contraargumentos y la postura del autor. Preguntas como: "¿Cuál es la tesis central del autor?", "¿Qué argumentos utiliza el autor para sustentar su postura?", "¿Cómo refuta el autor las objeciones a su argumento?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que representen falacias comunes, interpretaciones erróneas de argumentos o confusiones entre hechos y opiniones. Los distractores deben ser plausibles para estimular un análisis crítico profundo.</p> <p>Retroalimentación: Orientar al estudiante en el razonamiento crítico, la identificación de la estructura argumentativa y la evaluación de la solidez de los argumentos. La retroalimentación debe explicar por qué una opción es correcta o incorrecta, destacando la lógica argumentativa o la presencia de falacias.</p>
Lengua Castellana – Grado 10.º/11º	<p>Referentes: Estándares avanzados. Objetivos: Producción de textos complejos. Competencias: Propositora, crítica.</p>	<p>Definición del Concepto: La definición debe ser un punto de partida para la construcción de textos complejos, fomentando la proposición de ideas originales y la crítica fundamentada. El vocabulario debe ser sofisticado y permitir la abstracción y la transferencia conceptual a nuevos contextos.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar ejemplos de ensayos académicos, artículos de investigación o</p>

	<p>Nivel cognitivo dominante: Evaluación y síntesis. Competencia transversal: Argumentación estructurada. Enfoque pedagógico: Escritura guiada. Indicadores: Construye textos críticos con propósito comunicativo claro. Recursos: Ensayos, fuentes documentales.</p> <p>fragmentos de fuentes documentales que demuestren argumentación estructurada, análisis crítico y síntesis de información compleja. Incluir dilemas éticos o problemas abiertos para la creación de soluciones.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Formular preguntas que evalúen la capacidad de síntesis, la identificación del propósito comunicativo, la crítica de ideas y la proposición de soluciones. Preguntas como: "¿Cuál es la solución más innovadora propuesta por el autor y por qué?", "¿Cómo se podría mejorar la argumentación presentada en el texto?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre este dilema?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores sofisticados y cercanos en contenido, diseñados para discriminar niveles de razonamiento avanzado, reflejando interpretaciones superficiales, argumentos falaces o la falta de un propósito comunicativo claro.</p> <p>Retroalimentación: Enfocarse en la estructura de la argumentación, la claridad del propósito comunicativo, la profundidad del análisis y la originalidad de las propuestas. La retroalimentación debe ser metacognitiva, invitando a la reflexión sobre el propio proceso de pensamiento y las implicaciones de las decisiones tomadas.</p>
<p>Matemáticas – Grado 6.º/7.º</p>	<p>Referentes: Estándares básicos numéricos. Objetivos: Operaciones básicas y razonamiento. Competencias: Resolución de problemas simples. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Pensamiento lógico. Enfoque: Resolución guiada de problemas. Indicadores: Resuelve operaciones en contextos concretos. Recursos: Ejercicios con apoyo visual.</p> <p>Definición del Concepto: Presentar definiciones claras y concisas de operaciones básicas, conceptos numéricos y geométricos fundamentales, utilizando un lenguaje sencillo y directo. Se puede incorporar apoyo visual o representaciones concretas si es posible.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Problemas sencillos con contextos cotidianos y concretos (ej. calcular el cambio en una compra, dividir dulces entre amigos) que requieran la aplicación directa de operaciones básicas y el razonamiento lógico simple. Los ejemplos deben ser de fácil identificación para el estudiante.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la comprensión literal de conceptos y la capacidad de aplicación simple en situaciones específicas. Preguntas como: "¿Cuál es el resultado de esta operación?", "¿Cuántos objetos quedan si...?", "¿Qué operación se necesita para resolver este problema?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que incluyan errores comunes de cálculo, confusiones de conceptos o fallas en el razonamiento lógico simple.</p> <p>Retroalimentación: Explicar el procedimiento paso a paso para la resolución del problema o la operación, corrigiendo errores de razonamiento fundamentales y reforzando el concepto clave aprendido.</p>
<p>Matemáticas – Grado 8.º/9.º</p>	<p>Referentes: Estándares en álgebra y estadística. Objetivos: Representación y modelación. Competencias: Modelación y análisis de patrones. Nivel cognitivo: Análisis. Competencia transversal: Pensamiento analítico. Enfoque: Resolución de problemas contextualizados. Indicadores: Interpreta gráficas y plantea ecuaciones. Recursos: Datos, simuladores.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones que permitan la representación de conceptos algebraicos y estadísticos, promoviendo el análisis de patrones y relaciones. El lenguaje debe ser preciso y permitir la comprensión de la abstracción matemática emergente.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Problemas contextualizados que involucren la interpretación de gráficas (lineales, de barras), la creación de modelos simples (ej. ecuaciones lineales para situaciones de crecimiento) o el planteamiento de ecuaciones a partir de datos reales o simulados. Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre variables.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que requieran analizar datos, interpretar patrones, identificar relaciones causales o elegir la representación matemática adecuada para una situación dada. Preguntas como: "¿Qué patrón se observa en esta gráfica?", "¿Cuál ecuación representa esta situación?", "¿Qué significa este dato en el contexto del problema?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan entre diferentes tipos de representaciones, presenten errores en el análisis de datos o en la interpretación de patrones.</p> <p>Retroalimentación: Detallar cómo se llega a la representación o modelo correcto, explicando el proceso de análisis y el porqué de la relación entre los elementos. La retroalimentación debe ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos matemáticos.</p>
<p>Matemáticas – Grado 10.º/11.º</p>	<p>Referentes: Estándares superiores. Objetivos: Aplicación en contextos reales. Competencias: Abstracción, argumentación. Nivel cognitivo: Evaluación. Competencia transversal: Razonamiento matemático. Enfoque: Resolución de casos. Indicadores: Aplica funciones y conceptos en problemas reales. Recursos: Proyectos, software matemático.</p> <p>Definición del Concepto: Las definiciones deben sentar las bases para la aplicación de conceptos matemáticos avanzados en situaciones complejas, promoviendo la abstracción, la argumentación y la evaluación de modelos. El lenguaje debe ser formal y permitir la transferencia conceptual a nuevos escenarios.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar casos de la vida real o problemas abiertos que requieran la aplicación de funciones avanzadas (ej. cuadráticas, exponenciales), conceptos de cálculo o estadística inferencial para modelar y resolver situaciones complejas. Los ejemplos deben desafiar la abstracción y la planificación compleja.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de aplicar conceptos en nuevos escenarios, de argumentar soluciones, de evaluar la validez de modelos matemáticos o de crear una propuesta original. Preguntas como: "¿Qué modelo matemático es el más adecuado para esta situación y por qué?", "¿Cómo se puede argumentar la validez de esta solución?", "¿Qué implicaciones tiene este resultado en el contexto real?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores sofisticados y cercanos en contenido, que involucren una aplicación incorrecta de principios matemáticos, errores de razonamiento complejo o una evaluación superficial de los modelos.</p> <p>Retroalimentación: Explicar el razonamiento detrás de la aplicación del concepto, cómo se relaciona con el contexto real y las implicaciones de las decisiones tomadas. La retroalimentación debe ser</p>

	<p>exhaustiva, promoviendo la argumentación de las decisiones y guiando hacia la mejora autónoma de las soluciones propuestas.</p>
Ciencias Naturales – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Estándares en ciencias. Objetivos: Observación y descripción. Competencias: Indagación básica. Nivel cognitivo: Comprensión. Competencia transversal: Pensamiento científico. Enfoque: Exploración guiada. Indicadores: Describe fenómenos naturales. Recursos: Experimentos simples.</p> <p>Definición del Concepto: Clarificar conceptos básicos relacionados con fenómenos naturales, seres vivos y propiedades de la materia, fomentando la observación directa. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Descripción de experimentos simples observables en la vida cotidiana (ej. el ciclo del agua, el crecimiento de una planta) o fenómenos naturales cercanos al entorno del estudiante. Los ejemplos deben ilustrar el concepto de manera concreta y de fácil identificación.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la descripción precisa de fenómenos, la comprensión de resultados de experimentos sencillos o la identificación de características de seres vivos/objetos. Preguntas como: "¿Qué sucede cuando...?", "¿Cómo describirías...?", "¿Qué parte de la planta es...?"</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que contengan descripciones imprecisas, confundan elementos observados o presenten malinterpretaciones fundamentales.</p> <p>Retroalimentación: Reforzar la importancia de la observación detallada y la descripción precisa en el pensamiento científico. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre el fenómeno o concepto.</p>
Ciencias Naturales – Grado 8.º/9.º	<p>Referentes: Estándares intermedios. Objetivos: Comprensión de principios. Competencias: Explicación de fenómenos. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Pensamiento sistémico. Enfoque: Resolución de problemas científicos. Indicadores: Explica causas y consecuencias de procesos. Recursos: Modelos, infografías.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones que permitan la comprensión de principios científicos fundamentales y la explicación de fenómenos complejos. El lenguaje debe ser preciso y fomentar el análisis de relaciones causa"efecto y la interconexión de sistemas.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Casos que requieran explicar causas y consecuencias de procesos naturales (ej. el efecto invernadero, la cadena alimenticia), utilizando modelos, infografías o simulaciones sencillas. Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de explicar relaciones causa"efecto, de aplicar principios científicos en diferentes escenarios o de interpretar modelos e infografías. Preguntas como: "¿Cuál es la causa principal de...?", "¿Cómo se explica este fenómeno según el principio de...?", "¿Qué consecuencias tiene...?"</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan causas con efectos, presenten explicaciones superficiales o ignoren interconexiones clave en los sistemas naturales.</p> <p>Retroalimentación: Guiar al estudiante en la construcción de explicaciones lógicas y en el reconocimiento de las interconexiones en los sistemas naturales. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos.</p>
Ciencias Naturales – Grado 10.º/11.º	<p>Referentes: Orientaciones media. Objetivos: Aplicación crítica. Competencias: Diseño experimental, análisis. Nivel cognitivo: Síntesis y evaluación. Competencia transversal: Pensamiento crítico. Enfoque: Aprendizaje basado en proyectos. Indicadores: Diseña y analiza experimentos. Recursos: Laboratorios virtuales, datos reales.</p> <p>Definición del Concepto: La definición debe ser la base para la aplicación crítica de conocimientos científicos, la síntesis de información compleja y la evaluación de metodologías. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción y el juicio argumentado.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar escenarios donde sea necesario diseñar experimentos, analizar datos reales (ej. resultados de investigaciones científicas, estadísticas ambientales) o evaluar metodologías científicas. Incluir dilemas científicos o problemas abiertos que exijan la creación de una solución innovadora.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de diseñar investigaciones, analizar resultados críticamente, sintetizar información compleja de múltiples fuentes o evaluar la validez de diferentes posturas científicas. Preguntas como: "¿Cómo diseñarías un experimento para probar...?", "¿Qué conclusiones se pueden sintetizar de estos datos?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre la validez de esta metodología?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que presenten fallas en el diseño experimental, interpretaciones erróneas de datos, conclusiones no fundamentadas o una comprensión superficial de la ciencia.</p> <p>Retroalimentación: Profundizar en el razonamiento científico, la validez de los métodos y la interpretación crítica de los hallazgos. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y las implicaciones de sus decisiones.</p>
Ciencias Sociales – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Estándares sociales. Objetivos: Reconocimiento de estructuras sociales. Competencias: Interpretación del entorno. Nivel cognitivo: Comprensión. Competencia transversal: Ciudadanía activa. Enfoque: Análisis contextual. Indicadores: Identifica instituciones y normas sociales. Recursos: Mapas, líneas del tiempo.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones claras y concisas de estructuras sociales, instituciones, normas y conceptos históricos/geográficos básicos, fomentando la interpretación del entorno. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Situaciones cotidianas o históricas sencillas (ej. roles en la familia, normas de convivencia escolar, eventos clave en la historia local) que permitan identificar instituciones o normas sociales, utilizando mapas o líneas del tiempo simples. Los ejemplos deben ser de fácil identificación para el estudiante.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la identificación de elementos sociales en contextos específicos, la comprensión de hechos históricos o la ubicación geográfica. Preguntas como: "¿Cuál es la función de...?", "¿Qué institución se encarga de...?", "¿En qué año ocurrió...?"</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan diferentes estructuras o normas sociales, presenten anacronismos o errores geográficos básicos.</p> <p>Retroalimentación: Reforzar la comprensión del entorno social y la importancia de las estructuras y</p>

	<p>normas en la vida en comunidad. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre el concepto social, histórico o geográfico.</p>
Ciencias Sociales – Grado 8.º/9.º	<p>Referentes: Estándares históricos y geográficos. Objetivos: Comprensión de procesos sociales. Competencias: Análisis crítico de fuentes. Nivel cognitivo: Análisis. Competencia transversal: Pensamiento histórico. Enfoque: Estudio de casos. Indicadores: Relaciona hechos pasados y actuales. Recursos: Documentos históricos, mapas temáticos.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones que permitan comprender procesos históricos y geográficos complejos, promoviendo el análisis crítico de fuentes y la multicausalidad de los eventos. El lenguaje debe ser preciso y fomentar la flexibilidad cognitiva.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Casos de estudio que requieran relacionar hechos pasados y actuales (ej. causas de un conflicto social, impacto de un evento histórico en el presente), utilizando documentos históricos, mapas temáticos o estadísticas sociales. Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que exijan analizar fuentes, establecer conexiones temporales o espaciales, comprender la multicausalidad de los eventos o identificar diferentes perspectivas en un conflicto social. Preguntas como: "¿Qué factores contribuyeron a...?", "¿Cómo se relaciona este evento pasado con la situación actual?", "¿Qué perspectiva se presenta en este documento?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que contengan anacronismos, interpretaciones sesgadas de fuentes, relaciones causales incorrectas o simplificaciones excesivas de procesos complejos.</p> <p>Retroalimentación: Orientar al estudiante en el pensamiento histórico y la interpretación crítica de la información social. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos sociales e históricos.</p>
Ciencias Sociales – Grado 10.º/11º	
Educación Ética y en Valores – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Orientaciones para media. Objetivos: Análisis de conflictos y globalización. Competencias: Argumentación social. Nivel cognitivo: Evaluación. Competencia transversal: Ciudadanía global. Enfoque: Aprendizaje basado en problemas. Indicadores: Analiza causas y consecuencias de problemáticas sociales. Recursos: Debates, noticias, ensayos.</p> <p>Definición del Concepto: La definición debe permitir un análisis profundo de conflictos sociales, fenómenos de globalización y problemáticas contemporáneas, sentando las bases para la argumentación social y el juicio moral. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción y la metacognición.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar problemáticas sociales actuales o dilemas éticos complejos (ej. desigualdad, cambio climático, derechos humanos) que requieran analizar causas y consecuencias, argumentar soluciones o evaluar diferentes perspectivas sociales. Los ejemplos deben ser casos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de analizar problemáticas complejas, argumentar soluciones, evaluar diferentes perspectivas sociales o formular un juicio moral fundamentado. Preguntas como: "¿Qué factores interconectados influyen en esta problemática?", "¿Cómo se puede argumentar una solución ética a este dilema?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre las implicaciones de la globalización en este contexto?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que representen soluciones simplistas, argumentos poco fundamentados, una comprensión limitada de la globalización o una falta de consideración ética.</p> <p>Retroalimentación: Fomentar el pensamiento crítico sobre problemáticas sociales, la construcción de argumentos sólidos y la conciencia de la ciudadanía global. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y las implicaciones de sus decisiones.</p>
Educación Ética y en Valores – Grado 8.º/9.º	<p>Referentes: Lineamientos de ética. Objetivos: Reconocimiento de valores. Competencias: Reflexión sobre acciones. Nivel cognitivo: Comprensión. Competencia transversal: Convivencia. Enfoque: Diálogo y autorreflexión. Indicadores: Identifica valores en situaciones escolares. Recursos: Historietas, situaciones dilema.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones claras y concisas de valores y principios éticos básicos (ej. respeto, honestidad, responsabilidad), fomentando la autorreflexión sobre su aplicación. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Situaciones dilema o historietas sencillas relacionadas con el entorno escolar o familiar (ej. encontrar un objeto perdido, decidir si copiar en un examen) que permitan identificar valores en contextos cotidianos y promuevan la reflexión sobre acciones. Los ejemplos deben ser de fácil identificación para el estudiante.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la identificación de valores en escenarios dados y la comprensión de sus implicaciones en la convivencia. Preguntas como: "¿Qué valor se muestra en esta situación?", "¿Cómo actuarías en esta situación y por qué?", "¿Qué consecuencias tiene esta acción?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan valores, presenten acciones inconsistentes con los principios éticos básicos o evadan la responsabilidad.</p> <p>Retroalimentación: Guiar al estudiante en el diálogo y la autorreflexión sobre sus propias acciones y las de los demás. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre los valores y sus implicaciones.</p>

Educación Ética y en Valores – Grado 10.º.11º	<p>no consideren todas las perspectivas, evadan la responsabilidad o presenten soluciones superficiales. Retroalimentación: Fomentar el análisis crítico de los dilemas morales y la búsqueda de soluciones basadas en la justicia social. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos éticos y sociales. 1</p> <p>Definición del Concepto: La definición debe ser el punto de partida para el desarrollo del juicio moral autónomo y la argumentación ética rigurosa. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción, la metacognición y la toma de decisiones informada.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar casos complejos de la vida real o dilemas éticos globales (ej. bioética, uso de la tecnología, responsabilidad corporativa) que requieran justificar posiciones éticas en contextos sociales complejos. Los ejemplos deben ser desafíos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de formular un juicio moral, de construir una argumentación ética coherente, de evaluar la validez de diferentes posturas o de proponer soluciones éticas a problemas complejos. Preguntas como: "¿Qué principios éticos son relevantes en este caso y por qué?", "¿Cómo se puede argumentar una postura ética sobre...?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre las implicaciones éticas de esta situación?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que presenten argumentos falaces, justificaciones inconsistentes, una comprensión superficial de la ética o una falta de consideración por las complejidades morales.</p> <p>Retroalimentación: Guiar al estudiante en la construcción de un pensamiento ético riguroso y en la capacidad de justificar sus posiciones en un debate. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento, sus estrategias y las implicaciones de sus decisiones.</p>
Educación Artística – Grado 6.º7.º	<p>Definición del Concepto: Definiciones claras de elementos básicos del arte (ej. color, forma, ritmo, textura) que fomenten la exploración sensorial y la creatividad. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Ejemplos de obras sencillas que utilicen elementos básicos del arte o ejercicios guiados que demuestren la exploración con materiales plásticos o música. Los ejemplos deben ser de fácil identificación y aplicación para el estudiante.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la identificación de elementos básicos del arte, la comprensión de su uso en obras sencillas o la expresión de percepciones sensoriales. Preguntas como: "¿Qué color predomina en esta obra?", "¿Qué forma se utiliza aquí?", "¿Cómo te hace sentir esta música?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan elementos artísticos, presenten interpretaciones erróneas de obras simples o ignoren la percepción sensorial.</p> <p>Retroalimentación: Estimular la creatividad y la percepción, señalando cómo los elementos básicos contribuyen a la expresión artística. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre los conceptos artísticos.</p>
Educación Artística – Grado 8.º9.º	<p>Definición del Concepto: Definiciones que permitan comprender el proceso de producción artística y la apreciación estética, promoviendo el análisis de obras y la creación de propuestas originales. El lenguaje debe ser preciso y fomentar la flexibilidad cognitiva en la interpretación artística.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar ejemplos de obras visuales, performance o piezas musicales que requieran análisis de su composición, mensaje o técnica. Los ejemplos deben servir de inspiración para la creación y la aplicación de principios artísticos.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de analizar una obra de arte, identificar las ideas que representa, elegir la forma de expresión artística adecuada o proponer una solución creativa a un problema artístico. Preguntas como: "¿Qué elementos artísticos se utilizan en esta obra y con qué propósito?", "¿Cómo se puede interpretar el mensaje de esta performance?", "¿Qué técnica artística sería la más adecuada para representar esta idea?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que presenten análisis superficiales, interpretaciones que no reflejen la intención artística o propuestas creativas poco fundamentadas.</p> <p>Retroalimentación: Fomentar la sensibilidad estética y el desarrollo de un criterio para el análisis y la creación artística. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos artísticos y sus significados.</p>
Educación Artística – Grado 10.º11º	<p>Definición del Concepto: La definición debe enfocar el arte como un medio de comunicación estética profunda, sentando las bases para la crítica fundamentada y la producción con intención comunicativa. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción, la metacognición y la toma de decisiones informada en el proceso creativo.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar obras de videoarte, collage digital, instalaciones o performances que demuestren una intención comunicativa clara y compleja. Los ejemplos deben ser desafíos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado sobre la obra.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de sintetizar ideas a través de la expresión artística, de analizar críticamente la intención comunicativa de una obra, de formular críticas constructivas o de proponer soluciones creativas a problemas estéticos. Preguntas como: "¿Cómo se comunica el artista a través de esta obra y qué mensaje transmite?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre la efectividad de esta obra?", "¿Cómo diseñarías una obra que transmita este mensaje utilizando medios digitales?".</p>

	<p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan la expresión simbólica con la literalidad, no reconozcan la intención comunicativa de la obra o presenten críticas superficiales o infundadas.</p> <p>Retroalimentación: Profundizar en la relación entre la obra, el artista y el espectador, y en la complejidad de la expresión simbólica. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento creativo y las implicaciones de sus decisiones artísticas.</p>
Educación Física – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Lineamientos EF. Objetivos: Motricidad básica y salud. Competencias: Coordinación y trabajo en equipo. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Vida saludable. Enfoque: Juegos motrices. Indicadores: Participa en actividades con reglas básicas. Recursos: Material deportivo, rutinas simples.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones claras de conceptos relacionados con la motricidad básica, la salud y la importancia de la actividad física, que permitan la aplicación práctica. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Descripción de juegos motrices o rutinas simples que requieran coordinación, equilibrio y trabajo en equipo (ej. un juego de relevos, una rutina de estiramientos básicos). Los ejemplos deben ser de fácil identificación y aplicación para el estudiante.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen la comprensión de las reglas de actividades físicas básicas, la aplicación de movimientos coordinados o la identificación de hábitos saludables. Preguntas como: "¿Qué regla se aplica en este juego?", "¿Qué movimiento se realiza en esta rutina?", "¿Por qué es importante calentar antes de hacer ejercicio?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que involucren movimientos incorrectos, ignoren las reglas básicas de las actividades o presenten hábitos poco saludables.</p> <p>Retroalimentación: Reforzar la importancia de la participación, la coordinación y el trabajo en equipo para una vida saludable. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre los conceptos de educación física.</p>
Educación Física – Grado 8.º/9.º	<p>Referentes: Estándares físicos. Objetivos: Habilidades deportivas. Competencias: Disciplina y cooperación. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Autodisciplina. Enfoque: Práctica deportiva. Indicadores: Mejora en habilidades específicas. Recursos: Juegos reglamentados, videos técnicos.</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones de habilidades deportivas, conceptos relacionados con la disciplina, la cooperación y la estrategia en el deporte. El lenguaje debe ser preciso y fomentar la flexibilidad cognitiva en la adaptación a diferentes situaciones de juego.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Descripción de juegos reglamentados o demostraciones de habilidades específicas a través de videos técnicos (ej. técnicas de pase en baloncesto, reglas del voleibol). Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto y a aplicar estrategias básicas.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la comprensión de las habilidades deportivas, la aplicación de reglas en situaciones de juego, la importancia de la disciplina y la cooperación, o la identificación de estrategias básicas. Preguntas como: "¿Qué técnica se utiliza para...?", "¿Cómo se aplica esta regla en el partido?", "¿Por qué es importante la cooperación en este deporte?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan diferentes habilidades, presenten un enfoque individualista en el deporte o ignoren la importancia de las reglas y la estrategia.</p> <p>Retroalimentación: Guiar al estudiante en la mejora de sus habilidades, la aplicación de la autodisciplina y la valoración de la cooperación. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos deportivos y sus significados.</p>
Educación Física – Grado 10.º/11.º	<p>Referentes: Orientaciones integrales. Objetivos: Autonomía en el ejercicio. Competencias: Autogestión, liderazgo. Nivel cognitivo: Síntesis. Competencia transversal: Responsabilidad corporal. Enfoque: Planificación personal de actividad física. Indicadores: Diseña rutinas saludables. Recursos: Aplicaciones fitness, hojas de seguimiento.</p> <p>Definición del Concepto: La definición debe permitir comprender la autonomía en el ejercicio, los conceptos de autogestión, liderazgo y responsabilidad corporal. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción, la metacognición y la toma de decisiones informada sobre el estilo de vida saludable.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Presentar casos que requieran diseñar rutinas saludables personalizadas, utilizar aplicaciones fitness y hojas de seguimiento para la planificación y monitoreo del ejercicio. Los ejemplos deben ser desafíos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado sobre la actividad física.</p> <p>Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de diseñar planes de actividad física, de autogestionar el ejercicio, de asumir un rol de liderazgo en actividades deportivas o de formular un juicio argumentado sobre la responsabilidad corporal. Preguntas como: "¿Cómo diseñarías una rutina de ejercicio para alcanzar este objetivo?", "¿Qué factores considerarías para autogestionar tu actividad física?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre la importancia del liderazgo en un equipo deportivo?".</p> <p>Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que propongan rutinas poco saludables, ignoren la autogestión, demuestren falta de responsabilidad corporal o presenten soluciones simplistas a problemas complejos de salud.</p> <p>Retroalimentación: Fomentar la autonomía en el ejercicio, la autogestión y la responsabilidad corporal, promoviendo un estilo de vida saludable. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y las implicaciones de sus decisiones en su bienestar.</p>
Tecnología e Informática – Grado 6.º/7.º	<p>Referentes: Lineamientos TIC. Objetivos: Uso funcional de herramientas. Competencias: Alfabetización digital. Nivel cognitivo: Comprensión. Competencia transversal:</p> <p>Definición del Concepto: Definiciones claras de herramientas tecnológicas básicas (ej. componentes de una computadora, funciones de un procesador de texto), fomentando la alfabetización digital y el pensamiento computacional inicial. El vocabulario debe ser sencillo y directo, adecuado para estudiantes de esta edad.</p> <p>Ejemplos Ilustrativos: Ejercicios guiados que demuestren el uso funcional de software básico (ej. crear un documento simple, organizar archivos en carpetas), utilizando tutoriales o presentaciones</p>

Tecnología e Informática – Grado 8.º/9.º	Pensamiento computacional. Enfoque: Ejercicios guiados. Indicadores: Usa software básico con propósito. Recursos: Tutoriales, presentaciones digitales.	digitales. Los ejemplos deben ser de fácil identificación y aplicación para el estudiante. Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen el conocimiento de las funciones básicas de un software, la comprensión de su propósito o la identificación de componentes tecnológicos. Preguntas como: "¿Qué herramienta se usa para...?", "¿Cuál es la función de este botón?", "¿Cómo se guarda un archivo?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan funciones, presenten usos incorrectos del software o ignoren componentes tecnológicos básicos. Retroalimentación: Reforzar la comprensión del uso de las herramientas y cómo contribuyen al pensamiento computacional. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre los conceptos tecnológicos.
	Referentes: Estándares TIC. Objetivos: Diseño de soluciones. Competencias: Innovación y análisis. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Pensamiento lógico. Enfoque: Resolución de problemas con tecnología. Indicadores: Crea productos digitales funcionales. Recursos: Software de diseño, simuladores.	Definición del Concepto: Definiciones que permitan el diseño de soluciones tecnológicas, promoviendo la innovación, el análisis y el pensamiento lógico. El lenguaje debe ser preciso y fomentar la flexibilidad cognitiva en la resolución de problemas tecnológicos. Ejemplos Ilustrativos: Problemas que requieran la creación de productos digitales funcionales (ej. diseño de una página web simple, programación de un juego básico), utilizando software de diseño o simuladores. Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto y a aplicar estrategias de resolución de problemas. Preguntas de Comprensión: Preguntas que exijan aplicar conceptos tecnológicos para resolver problemas, analizar diseños, identificar la mejor solución o proponer mejoras a productos digitales. Preguntas como: "¿Qué pasos seguirías para crear...?", "¿Cuál es la lógica detrás de este diseño?", "¿Qué solución tecnológica es la más eficiente para este problema?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que propongan soluciones ineficientes, diseños poco funcionales, demuestren falta de pensamiento lógico o ignoren principios de innovación. Retroalimentación: Guiar al estudiante en el proceso de diseño, la aplicación del pensamiento lógico y la búsqueda de soluciones innovadoras. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos tecnológicos y sus aplicaciones.
Tecnología e Informática – Grado 10.º/11º	Referentes: Orientaciones técnicas. Objetivos: Aplicación crítica. Competencias: Autonomía, ética digital. Nivel cognitivo: Evaluación. Competencia transversal: Ciudadanía digital. Enfoque: Proyectos con impacto social. Indicadores: Diseña soluciones tecnológicas contextualizadas. Recursos: Plataformas de programación, editores digitales.	Definición del Concepto: La definición debe permitir una aplicación crítica de la tecnología, fomentando la autonomía, la ética digital y la ciudadanía digital. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción, la metacognición y la toma de decisiones informada sobre el impacto social de la tecnología. Ejemplos Ilustrativos: Presentar proyectos con impacto social o dilemas éticos relacionados con la tecnología (ej. privacidad de datos, inteligencia artificial responsable) que requieran diseñar soluciones tecnológicas contextualizadas. Los ejemplos deben ser desafíos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado sobre la tecnología. Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de diseñar soluciones con un propósito social, de analizar críticamente el impacto de la tecnología, de aplicar principios de ética digital o de formular un juicio argumentado sobre la ciudadanía digital. Preguntas como: "¿Cómo diseñarías una aplicación que resuelva esta problemática social?", "¿Qué implicaciones éticas tiene el uso de esta tecnología?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre la responsabilidad de los desarrolladores de IA?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que propongan soluciones sin impacto social, ignoren la ética digital, demuestren falta de autonomía o presenten una comprensión superficial de la ciudadanía digital. Retroalimentación: Profundizar en la responsabilidad de la tecnología, la autonomía en su uso y el impacto de las soluciones digitales en la sociedad. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y las implicaciones de sus decisiones tecnológicas.
Tecnología e Informática – Grado 8.º/9.º	Pensamiento computacional. Enfoque: Ejercicios guiados. Indicadores: Usa software básico con propósito. Recursos: Tutoriales, presentaciones digitales.	digitales. Los ejemplos deben ser de fácil identificación y aplicación para el estudiante. Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple o de respuesta corta que evalúen el conocimiento de las funciones básicas de un software, la comprensión de su propósito o la identificación de componentes tecnológicos. Preguntas como: "¿Qué herramienta se usa para...?", "¿Cuál es la función de este botón?", "¿Cómo se guarda un archivo?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que confundan funciones, presenten usos incorrectos del software o ignoren componentes tecnológicos básicos. Retroalimentación: Reforzar la comprensión del uso de las herramientas y cómo contribuyen al pensamiento computacional. La retroalimentación debe ser concisa y directa, corrigiendo cualquier malentendido fundamental sobre los conceptos tecnológicos.
	Referentes: Estándares TIC. Objetivos: Diseño de soluciones. Competencias: Innovación y análisis. Nivel cognitivo: Aplicación. Competencia transversal: Pensamiento lógico. Enfoque: Resolución de problemas con tecnología. Indicadores: Crea productos digitales funcionales. Recursos: Software de diseño, simuladores.	Definición del Concepto: Definiciones que permitan el diseño de soluciones tecnológicas, promoviendo la innovación, el análisis y el pensamiento lógico. El lenguaje debe ser preciso y fomentar la flexibilidad cognitiva en la resolución de problemas tecnológicos. Ejemplos Ilustrativos: Problemas que requieran la creación de productos digitales funcionales (ej. diseño de una página web simple, programación de un juego básico), utilizando software de diseño o simuladores. Los ejemplos deben invitar a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto y a aplicar estrategias de resolución de problemas. Preguntas de Comprensión: Preguntas que exijan aplicar conceptos tecnológicos para resolver problemas, analizar diseños, identificar la mejor solución o proponer mejoras a productos digitales. Preguntas como: "¿Qué pasos seguirías para crear...?", "¿Cuál es la lógica detrás de este diseño?", "¿Qué solución tecnológica es la más eficiente para este problema?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que propongan soluciones ineficientes, diseños poco funcionales, demuestren falta de pensamiento lógico o ignoren principios de innovación. Retroalimentación: Guiar al estudiante en el proceso de diseño, la aplicación del pensamiento lógico y la búsqueda de soluciones innovadoras. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos tecnológicos y sus aplicaciones.
Tecnología e Informática – Grado 10.º/11º	Referentes: Orientaciones técnicas. Objetivos: Aplicación crítica. Competencias: Autonomía, ética digital. Nivel cognitivo: Evaluación. Competencia transversal: Ciudadanía digital. Enfoque: Proyectos con impacto social. Indicadores: Diseña soluciones tecnológicas contextualizadas. Recursos: Plataformas de programación, editores digitales.	Definición del Concepto: La definición debe permitir una aplicación crítica de la tecnología, fomentando la autonomía, la ética digital y la ciudadanía digital. El lenguaje debe ser formal y permitir la abstracción, la metacognición y la toma de decisiones informada sobre el impacto social de la tecnología. Ejemplos Ilustrativos: Presentar proyectos con impacto social o dilemas éticos relacionados con la tecnología (ej. privacidad de datos, inteligencia artificial responsable) que requieran diseñar soluciones tecnológicas contextualizadas. Los ejemplos deben ser desafíos abiertos que exijan la creación de una solución innovadora o un juicio argumentado sobre la tecnología. Preguntas de Comprensión: Preguntas que evalúen la capacidad de diseñar soluciones con un propósito social, de analizar críticamente el impacto de la tecnología, de aplicar principios de ética digital o de formular un juicio argumentado sobre la ciudadanía digital. Preguntas como: "¿Cómo diseñarías una aplicación que resuelva esta problemática social?", "¿Qué implicaciones éticas tiene el uso de esta tecnología?", "¿Qué juicio argumentado se puede formular sobre la responsabilidad de los desarrolladores de IA?". Opciones de Respuesta: Cuatro opciones, una correcta y tres distractores que propongan soluciones sin impacto social, ignoren la ética digital, demuestren falta de autonomía o presenten una comprensión superficial de la ciudadanía digital. Retroalimentación: Profundizar en la responsabilidad de la tecnología, la autonomía en su uso y el impacto de las soluciones digitales en la sociedad. La retroalimentación debe ser metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y las implicaciones de sus decisiones tecnológicas.

Nota: Esta tabla detalla los parámetros curriculares y las recomendaciones específicas para la generación de materiales de aprendizaje asistidos por inteligencia artificial, estructurados por grado y área de conocimiento según el currículo colombiano. La columna "Grado y Área" identifica el nivel educativo y la asignatura. "Parámetros estructurales para generación de material por IA" desglosa los componentes curriculares como referentes, objetivos, competencias, nivel cognitivo, competencias transversales, enfoque pedagógico, indicadores y recursos. Finalmente, "Recomendaciones para la Generación de Material de Aprendizaje" consolida directrices para la definición de conceptos, ejemplos ilustrativos, preguntas de comprensión, opciones de respuesta y la retroalimentación textual, asegurando la coherencia pedagógica y la adaptabilidad del material. Las recomendaciones se han formulado asumiendo un contexto de generación de material sin alineación específica a pruebas Saber, a menos que se indique lo contrario por el parámetro de "Tipo de prueba seleccionada" en el sistema SIGMA.



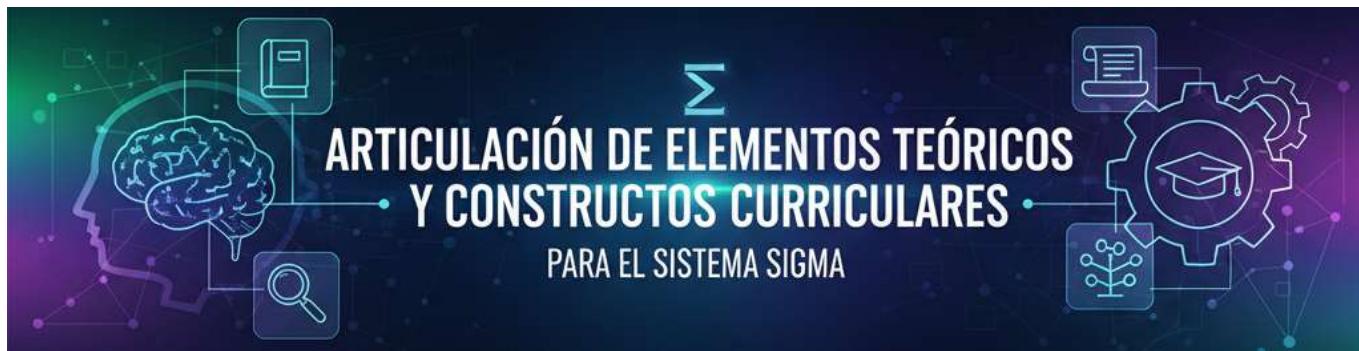
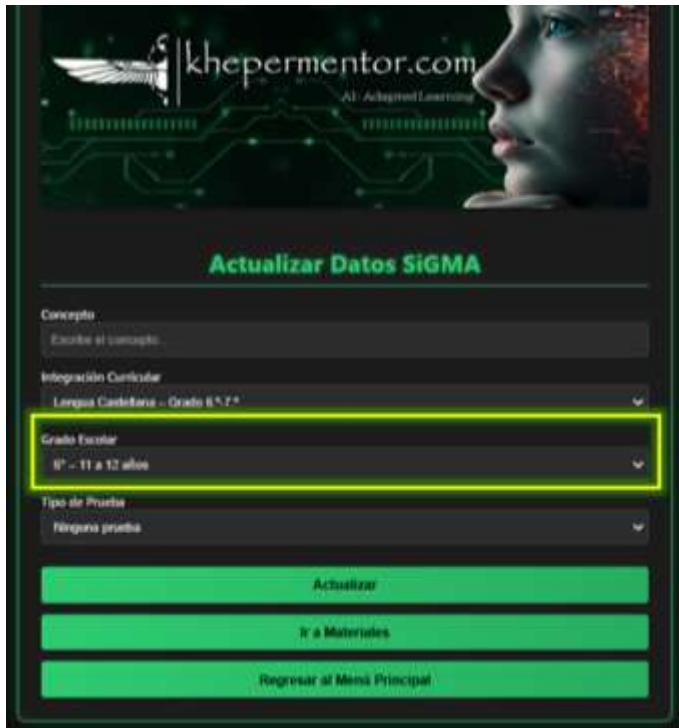


Tabla 2: Articulación de Elementos Teóricos y Constructos Curriculares para el Sistema Sigma

Elemento Teórico Principal	Constructo Curricular	Descripción de la Articulación y su Incorporación Curricular
Lineamientos Nacionales de Calidad Educativa	Referentes (Estándares de Calidad) ICFES, 2018 ICFES, 2021 MEN, 2016 MEN, 2017 Navas Ríosm et al., 2025	Los estándares de calidad (EBC, DBA) son el marco orientador que asegura la alineación del material de aprendizaje con las expectativas nacionales. En la incorporación curricular, estos referentes se traducen en criterios que guían la precisión conceptual y las preguntas textuales generadas por Sigma, asegurando que el contenido sea pertinente a los niveles y áreas educativas establecidos por la normativa (Navas Ríosm et al., 2025).
Pedagogía por Resultados y Desempeño	Objetivos de Aprendizaje Taylor & Francis Online, 2023	Los objetivos de aprendizaje establecen lo que el estudiante debe lograr, orientando cada componente textual del material hacia resultados específicos. Su incorporación curricular implica que el sistema Sigma utiliza estos objetivos para potenciar la intencionalidad pedagógica, estructurando el contenido para que cada parte textual contribuya directamente a la consecución de las metas de aprendizaje definidas en el currículo (MDPI, 2025).
Enfoque Educativo Basado en el Desarrollo de Habilidades	Competencias (Interpretativa, Argumentativa, Propositiva, etc.) Diamond, 2013 Guillén, 2016 OCDE, 2019	Las competencias (Ley 115 de 1994) permiten al sistema diseñar preguntas y retroalimentaciones que estimulan el desarrollo de habilidades. Su incorporación curricular se manifiesta al permitir que Sigma extraiga criterios para crear material que no solo presente información, sino que también fomente el análisis crítico y la aplicación del conocimiento en situaciones de complejidad creciente, esenciales para la formación integral del estudiante (Taylor & Francis Online, 2023).
Teorías del Desarrollo Cognitivo (e.g., Taxonomía de Bloom)	Nivel Cognitivo Dominante Anderson & Krathwohl, 2001 Ullah et al., 2020	La parametrización del nivel cognitivo ajusta la complejidad de las definiciones, ejemplos y preguntas textuales para que sean apropiadas al desarrollo mental del estudiante. La incorporación curricular de este elemento asegura que el material genere un andamiaje adecuado, evitando la sobrecarga o la subestimación de las capacidades cognitivas del estudiante en cada etapa del currículo.
Formación Integral y Habilidades del Siglo XXI	Competencias Transversales Durán Sánchez et al., 2024 Haro Esquivel et al., 2025 López Proaño & Abad Arroyo, 2025	La incorporación de habilidades como pensamiento crítico o comunicación asertiva potencia la formación integral del estudiante, más allá del contenido disciplinar. Curricularmente, Sigma puede ser configurado para incluir dilemas o problemas textuales que cultiven estas habilidades de manera inherente al proceso de aprendizaje, preparando al estudiante para los desafíos contemporáneos
Modelos Pedagógicos y Didácticas	Enfoque Pedagógico Sugerido Cano, 2020 Moya & Luengo, 2019 Purdue University, 2024 Zoller & Pushkin, 2020	Este parámetro adapta el formato y secuencia del contenido textual para reflejar la estrategia didáctica deseada (aprendizaje significativo, resolución de problemas). Su incorporación curricular permite que el material generado aspire a ser coherente con las prácticas docentes y las filosofías educativas que la institución o el educador buscan implementar en el aula (Purdue University, 2024).
Evaluación Formativa y Retroalimentación	Indicadores de Desempeño Examuno, 2025 Hattie & Timperley, 2007 Pearson Latam, 2025 Redalyc, 2025	Los indicadores de desempeño afinan la precisión de las preguntas y la retroalimentación textual, facilitando la autoevaluación del estudiante y proporcionando datos claros sobre el progreso del aprendizaje. Curricularmente, estos indicadores permiten al sistema orientar al estudiante hacia la manifestación explícita de lo aprendido y ofrecer al docente métricas sobre el cumplimiento de los objetivos curriculares.
Diseño de Materiales Educativos Adaptativos	Recursos Didácticos (textuales) Ideaprende, 2025 MDPI, 2025a MDPI, 2025b Revista Educación Virtual, 2025 Revista Espacios, 2025 UDELAS, 2025	La mención de recursos se centra en elementos textuales para diversificar los formatos de presentación del material. La incorporación curricular de este elemento implica que Sigma puede seleccionar y generar tipos de texto (narrativos, argumentativos, etc.) que mejor se ajusten al concepto, al grado y al enfoque pedagógico, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje contextualizada.

Nota: Esta tabla sintetiza la interrelación entre los fundamentos teóricos y los constructos curriculares incorporados en el diseño del sistema Sigma, detallando cómo cada elemento se integra en el proceso de creación curricular para la adaptación del material de aprendizaje textual. Las referencias proporcionan el sustento académico para cada articulación.

4. Gradualidad Escolar y Desarrollo Cognitivo: Fundamentos para la Adaptación en SIGMA



La adaptación del material de aprendizaje al nivel de desarrollo de los estudiantes es una condición esencial para asegurar su efectividad pedagógica. En SIGMA, el grado escolar se considera una variable crucial, no solamente administrativa, sino como un indicador aproximado del desarrollo cognitivo y evolutivo del estudiante. Esta concepción se fundamenta en teorías contemporáneas como la taxonomía revisada de Bloom (**Anderson & Krathwohl, 2001**), el modelo de funciones ejecutivas de **Diamond (2013)**, los marcos de evaluación por competencias de PISA y las competencias del siglo XXI articuladas en el *Learning Compass 2030* (**OECD, 2019**). Estos referentes justifican la estructuración de esta variable en SIGMA, permitiendo una parametrización precisa para la generación automatizada de materiales textuales adaptados a las capacidades, habilidades y desafíos de cada etapa educativa.



Adaptar el material al grado escolar permite un aprendizaje más significativo y personalizado

La Dimensión Cognitiva y Evolutiva en la Selección del Grado Escolar para la Generación de Material en SIGMA:

El grado escolar refleja el desarrollo cognitivo y guía la creación de materiales adaptativos en SIGMA.



El desarrollo de materiales de aprendizaje adaptativos requiere no solo de la integración de criterios curriculares, sino también de una comprensión profunda del desarrollo cognitivo y evolutivo de los **Marcos Teóricos Clave y su Relevancia para SIGMA**:

1. Nivel Cognitivo según Taxonomía de Bloom (revisada): La taxonomía revisada de Bloom, propuesta por **Anderson y Krathwohl (2001)**, organiza los procesos cognitivos en seis niveles jerárquicos: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. Cada nivel representa una complejidad creciente que se alinea con la progresión académica. En SIGMA, esta secuencia permite ajustar el nivel de dificultad, la estructura de ejemplos y los tipos de preguntas acorde al grado. Este modelo favorece la coherencia curricular y la alineación entre objetivos, actividades y evaluación, mejorando la calidad del diseño instruccional al seguir un enfoque investigado y ampliamente aplicado en educación formal (**Zoller & Pushkin, 2020**). **Ullah et al. (2020)** validan la taxonomía de Bloom como una herramienta útil para evaluar los niveles de competencia

estudiantes (**Huang et al., 2023**). En este sentido, el sistema SIGMA incorpora una variable fundamental en su arquitectura: la selección del grado escolar. Esta decisión, aparentemente operativa, constituye un eje estructurante que condiciona la profundidad conceptual, la complejidad de las tareas, el tipo de retroalimentación y las exigencias cognitivas que tendrá el material generado. Desde una perspectiva pedagógica y psicológica, el grado escolar no puede ser entendido únicamente como una categoría administrativa, sino como un indicador aproximado de las capacidades cognitivas, habilidades metacognitivas y funciones ejecutivas que caracterizan a los estudiantes en determinadas etapas de su desarrollo. Esta concepción se encuentra sólidamente respaldada por las teorías mencionadas (**Anderson & Krathwohl, 2001; Diamond, 2013**).

“Seis niveles jerárquicos: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear”



SIGMA adapta materiales educativos alineando el grado escolar con el desarrollo cognitivo y estándares globales.

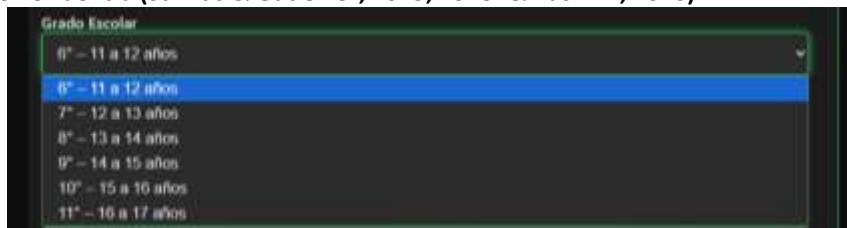
2. Funciones Ejecutivas según Diamond (2013):

Adele Diamond (2013) identifica las funciones ejecutivas fundamentales para el aprendizaje “inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva” y documenta su desarrollo acorde a la maduración cerebral. Estas funciones influyen en la capacidad de los estudiantes para manejar órdenes complejas, gestionar información y adaptarse a nuevos patrones. La relevancia para SIGMA radica en que permite ajustar variables como la longitud de los textos, la densidad de información y la complejidad de los distractores en los ítems, ofreciendo un material acorde a las capacidades cognitivas reales de cada grado (Huang et al., 2023). La literatura aborda extensamente las funciones ejecutivas y su impacto en el aprendizaje y la educación (Diamond & Ling, 2020).

“Inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva”

5. Síntesis Pedagógica del Componente “Selección del Grado Escolar”

El Sistema SIGMA integra marcos teóricos clave como la Taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001), las Funciones Ejecutivas de Diamond (Diamond, 2013), los estándares PISA y las Competencias del Siglo XXI de la OCDE (OECD, 2019), lo que le permite condicionar la complejidad cognitiva según el grado, ajustar la carga de trabajo mental, alinear los contenidos con competencias globales, preparar materiales adaptados tanto a la edad como a las evaluaciones externas, e integrar las competencias del siglo XXI para una enseñanza completa; este enfoque es plenamente justificable en documentos académicos de calidad doctoral y se alinea con las buenas prácticas de diseño instruccional basado en evidencia (Salinas & Gutiérrez, 2023; Zoller & Pushkin, 2020).



3. Niveles de Competencia PISA (OCDE, 2019)

Los niveles de competencia de PISA (OECD, 2019) analizan habilidades como la comprensión, interpretación y evaluación, y pueden asociarse con grados escolares para calibrar el tipo de pregunta y su nivel de exigencia (por ejemplo, niveles –2 para 6.º y niveles 5–6 para 11.º). SIGMA puede aprovechar esta correspondencia para diseñar tareas y preguntas contextualizadas según estándares internacionales, vinculando el sistema con benchmarks globales validados, lo que facilita que los materiales generados preparen mejor a los estudiantes para pruebas tanto nacionales como internacionales (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2021).

“La comprensión, interpretación y evaluación”

4. Competencias del Siglo XXI (OCDE Learning Compass 2030)

El marco Learning Compass 2030 (OECD, 2019) define competencias como pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas y autorregulación. Estas competencias se desarrollan en complejidad y autonomía según el grado y la edad escolar. Su integración en SIGMA permite que las instrucciones automáticas del prompt incorporen estas habilidades, generando guías que promueven la argumentación, la reflexión metacognitiva y la solución creativa de problemas. La literatura reciente respalda el aporte de la inteligencia artificial al desarrollo de estas competencias (Durán Sánchez et al., 2024; Haro Esquivel et al., 2025; López Proaño & Abad Arroyo, 2025). Además, se ha anticipado que PISA 2025 incluirá el pensamiento computacional y la evaluación de competencias transversales.

“Pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas y autorregulación”

Análisis de la Adaptación Cognitiva en SIGMA:



hasta el "Liderazgo", "Innovación" y "Pensamiento Estratégico" en los grados avanzados. Cada una de estas correlaciones se traduce en "Instrucción Sugerida para el Prompt (SIGMA)" concretas. Por ejemplo, mientras para 6º grado se busca un "lenguaje sencillo y directo" y "ejemplos cotidianos", para 11º grado se exige la formulación de un "desafío abierto o un dilema ético" que requiera un "Juicio Argumentado". Este enfoque tan detallado no solo busca evitar la frustración del estudiante, sino que optimiza las experiencias de aprendizaje, asegurando que los materiales generados sean pertinentes y desafiantes para su etapa de desarrollo.

La IA como Puente entre Teoría y Práctica a Gran Escala

Uno de los roles más significativos de la inteligencia artificial en SIGMA es su capacidad de actuar como un "traductor" u "operacionalizador" de la investigación educativa compleja. Teorías ricas como las de Bloom y Diamond, aunque fundamentales, son difíciles de aplicar consistentemente en el aula por parte de educadores individuales, especialmente a gran escala.

Las *"instrucciones sugeridas para el prompt"* de SIGMA son el mecanismo mediante el cual estas teorías abstractas se transforman en parámetros operacionales que la IA puede interpretar y ejecutar. Esto significa que los educadores pueden aprovechar los beneficios de una investigación avanzada en ciencia cognitiva sin la necesidad de ser expertos en el campo. La IA, al integrar estos principios, democratiza el acceso a estrategias pedagógicas sofisticadas, facilitando la implementación escalable de un diseño instruccional basado en evidencia. Este puente entre la investigación académica y la aplicación práctica en el aula tiene el potencial de mejorar sustancialmente la calidad educativa a una escala mucho más amplia.

Preparación para el Futuro: Adaptabilidad y Aprendizaje Continuo

La visión de SIGMA trasciende el rendimiento académico inmediato, enfocándose en la preparación del estudiante para los desafíos del siglo XXI. La integración de las "competencias del siglo XXI" y la anticipación de que PISA 2025 se centrará en el "pensamiento computacional y habilidades para el aprendizaje permanente en entornos digitales novedosos y desconocidos" subraya este compromiso.

El sistema no se limita a entregar contenido; su diseño está orientado a fomentar habilidades metacognitivas y de autorregulación esenciales para el aprendizaje a lo largo de la vida en un mundo en constante cambio. En este sentido, la IA de SIGMA cumple un papel crucial al cultivar la capacidad de "aprender a aprender" en los estudiantes. Al hacerlo, SIGMA se posiciona como una herramienta educativa con una clara visión de futuro, equipando a los estudiantes no solo con conocimientos, sino con las capacidades adaptativas necesarias para afrontar los retos venideros.

La Tabla 3 es una manifestación clara de cómo SIGMA implementa un diseño instruccional basado en evidencia neuropsicológica y pedagógica. No se trata de una adaptación genérica de la dificultad, sino de una optimización de la carga cognitiva y del andamiaje para el aprendizaje, ajustada a las etapas de desarrollo validadas empíricamente. Esto se logra al vincular de manera precisa:

Nivel Cognitivo (Taxonomía de Bloom): Desde la "Comprensión y Aplicación" en 6º grado, avanzando hacia la "Evaluación y Creación" en 11º grado, SIGMA ajusta el nivel de desafío intelectual.

Funciones Ejecutivas Predominantes (Diamond, 2013): Considera el desarrollo de habilidades como la "Inhibición" y "Atención Sostenida" en grados iniciales, progresando a la "Abstracción" y "Planificación compleja" en grados superiores, e incluso la "Metacognición" para el grado final.

Nivel PISA Aproximado: Refleja la complejidad de las tareas que los estudiantes son capaces de abordar, desde la localización de información explícita en Nivel PISA 1"2 hasta la conceptualización y generalización en Nivel PISA 5"6.

Competencias del Siglo XXI (OCDE, 2019): Incorpora el desarrollo de habilidades cruciales como la "Alfabetización digital" y "Autorregulación inicial" en los primeros grados,

Tabla 3: Articulación de elementos teóricos y constructos de grado para el Sistema SIGMA

Grado y Edad Promedio	Nivel Cognitivo (Taxonomía de Bloom)	Funciones Ejecutivas Predominantes (Diamond, 203)	Nivel PISA Aprox	Competencias del Siglo XXI (OCDE, 2019)	Enfoque Pedagógico e Instrucción Sugerida para el Prompt (SIGMA)
6° – 10 a 11 años	Comprensión y Aplicación	Inhibición, Atención Sostenida	Nivel 2–2	Alfabetización digital, autorregulación inicial	<p>Enfoque Pedagógico: Actividades guiadas con ejemplos concretos que fomenten la comprensión básica y la aplicación directa de conceptos. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Genera una guía de aprendizaje con lenguaje sencillo y directo, utilizando un vocabulario adecuado para estudiantes de esta edad. Dada su etapa de Comprensión y Aplicación (<i>Taxonomía de Bloom</i>) y Atención Sostenida (<i>Funciones Ejecutivas de Diamond</i>), incluye un ejemplo cotidiano y de fácil identificación que ilustre el concepto. Formula una pregunta de opción cerrada que evalúe la comprensión literal y la capacidad de aplicación simple. Esto se alinea con un <i>Nivel PISA 1–2</i>, donde los estudiantes pueden localizar información explícita, comprender el significado literal de oraciones o pasajes cortos y establecer conexiones simples, así como realizar procedimientos rutinarios. El objetivo es desarrollar una <i>Alfabetización Digital inicial</i> y <i>fomentar la Autorregulación Inicial</i>. Asegúrate de que los ítems sean simples y directos. Proporciona una retroalimentación concisa y directa que refuerce el concepto clave aprendido, corrigiendo cualquier malentendido fundamental."</p>
7° – 12 a 13 años	Aplicación y Análisis	Memoria de trabajo, planificación simple	Nivel 2–3	Comunicación efectiva, organización básica	<p>Enfoque Pedagógico: Resolución de problemas contextualizados y uso de analogías para desarrollar habilidades de aplicación y comenzar a introducir el análisis. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Desarrolla material que, dado su nivel de Aplicación y Análisis (Taxonomía de Bloom) y el desarrollo de la Memoria de Trabajo (Funciones Ejecutivas de Diamond), incluya un ejemplo funcional del entorno escolar del estudiante o situaciones relevantes para su experiencia, que requieran la aplicación del concepto. Formula una pregunta que invite a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto, avanzando hacia el análisis básico. Esto se corresponde con un Nivel PISA 2–3, donde los estudiantes pueden reconocer situaciones que requieren estrategias simples para resolver problemas, recuperar información explícita donde la formulación de la pregunta difiere del texto y comenzar a manejar porcentajes, fracciones y relaciones proporcionales simples. El fin es promover la Comunicación Efectiva y el desarrollo de la Organización Básica. Los ítems deben ser pertinentes al contexto presentado. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos."</p>
8° – 13 a 14 años	Analisis	Flexibilidad cognitiva, autorregulación emergente	Nivel 3	Resolución de problemas, toma de decisiones simple	<p>Enfoque Pedagógico: Casos prácticos que requieran justificación y promuevan el análisis de situaciones para el desarrollo de la flexibilidad cognitiva. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Crea un ejemplo que presente un problema real simple, donde el estudiante deba analizar sus componentes, acorde a su capacidad de Análisis (Taxonomía de Bloom) y Flexibilidad Cognitiva (Funciones Ejecutivas de Diamond). La pregunta debe estar orientada al análisis causal, pidiendo al estudiante que identifique porqué o cómo de un fenómeno. Esto se alinea con un Nivel PISA 3, donde los estudiantes pueden seleccionar e integrar información relevante de múltiples fuentes, así como comprender y aplicar conceptos matemáticos más allá de las operaciones básicas. Los ítems deben ser diseñados para distinguir conceptos con mayor matiz, fomentando la Resolución de Problemas. La retroalimentación debe estar centrada en guiar al estudiante hacia la comprensión de decisiones correctas y la justificación de sus respuestas, apoyando la Toma de Decisiones Simple y la Autorregulación Emergente."</p>
9° – 14 a 15 años	Analisis Evaluación	Regulación emocional, pensamiento causal	Nivel 3–4	Argumentación, pensamiento crítico emergente	<p>Enfoque Pedagógico: Análisis de fuentes y debate para fomentar la argumentación y el pensamiento crítico, considerando múltiples perspectivas. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Presenta un concepto que contenga matices o complejidades, incentivando el Análisis profundo y el inicio de la Evaluación (Taxonomía de Bloom). Incluye un ejemplo con perspectivas múltiples o diferentes aproximaciones a un problema,</p>

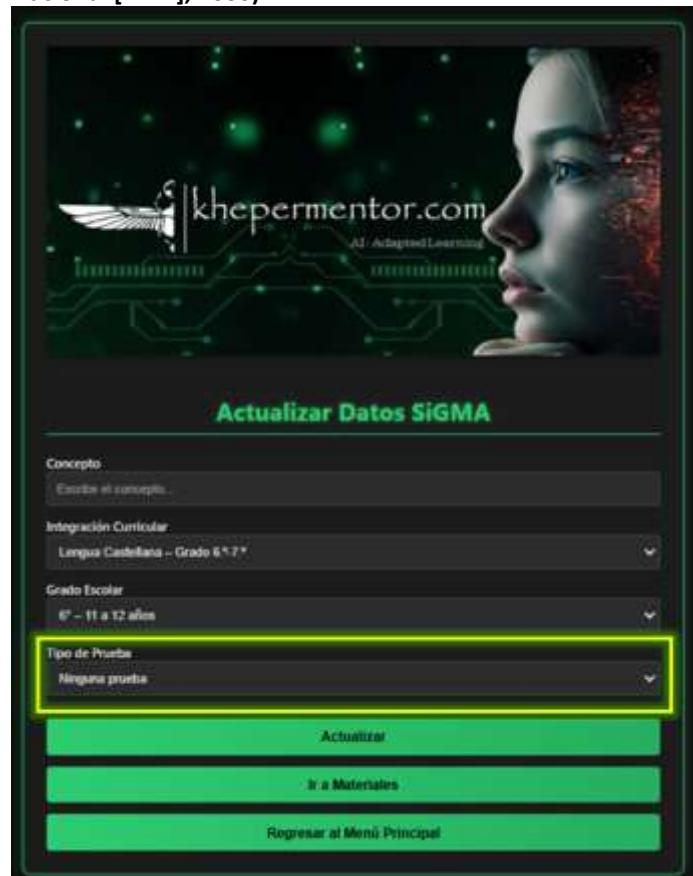
10° – 15 a 16 años	Evaluación Creación y	Abstracción, planificación compleja	Nivel 4–5	<p>promoviendo la Regulación Emocional (Funciones Ejecutivas de Diamond) ante la ambigüedad. La pregunta debe fomentar inferencias y el Pensamiento Causal, en línea con un Nivel PISA 3–4. En este nivel, los estudiantes pueden evaluar información desde múltiples fuentes, realizar conexiones complejas y aplicar modelos matemáticos a situaciones menos estructuradas, lo que contribuye al desarrollo de la Argumentación. La retroalimentación debe estar conectada a un Juicio Crítico sobre las diferentes perspectivas y argumentos, fortaleciendo el Pensamiento Crítico Emergente."</p> <p>Enfoque Pedagógico: Producción argumentativa y simulaciones que permitan al estudiante evaluar y crear soluciones complejas. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Propón un caso complejo que requiera que el estudiante Evalúe diferentes alternativas o soluciones y comience a Crear (Taxonomía de Bloom). La pregunta debe pedir la evaluación de estas alternativas y la creación de una propuesta original, desafiando su Abstracción y Planificación Compleja (Funciones Ejecutivas de Diamond). Esto se alinea con un Nivel PISA 4–5, donde los estudiantes pueden conceptualizar, generalizar y utilizar información de investigaciones de problemas complejos, integrar diferentes fuentes de información y representaciones, y realizar razonamientos matemáticos avanzados. Los distractores deben ser cercanos en contenido, lo que fomenta la Creatividad. La retroalimentación debe ser exhaustiva, promoviendo la argumentación de las decisiones tomadas y guiando hacia la mejora autónoma de las soluciones propuestas, impulsando el Pensamiento Sistémico."</p>
11° – 16 a 17 años	Evaluación Creación y	Metacognición, toma de decisiones informada	Nivel 5–6	<p>Enfoque Pedagógico: Proyectos interdisciplinarios y dilemas que demanden la aplicación de juicio crítico, creación y toma de decisiones informadas. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Plantea un desafío abierto o un dilema ético que no tenga una única respuesta correcta, exigiendo Metacognición (Funciones Ejecutivas de Diamond). La pregunta debe requerir la Creación de una solución innovadora o un Juicio Argumentado basado en información compleja, acorde a su nivel de Evaluación y Creación (Taxonomía de Bloom). Esto se corresponde con un Nivel PISA 5–6, donde los estudiantes son capaces de conceptualizar, generalizar y utilizar información basada en sus investigaciones y modelado de situaciones problemáticas complejas, vincular diversas fuentes de información y representaciones, y traducir flexiblemente entre ellas. Se espera que demuestren pensamiento matemático y razonamiento avanzados. Los ítems deben incluir distractores sofisticados que evalúen la capacidad de discriminar entre opciones sutilmente diferentes, lo que fomenta el Liderazgo, la Innovación y el Pensamiento Estratégico. La retroalimentación debe ser Metacognitiva, llevando al estudiante a reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento, sus estrategias y las implicaciones de sus decisiones."</p>

Nota: Esta tabla integra referentes de Anderson y Krathwohl (2001), Diamond (2013), OCDE (2019) y Learning Compass 2030. Su objetivo es orientar la generación de materiales textuales en el Sistema SIGMA en función del grado escolar, asegurando alineación entre el desarrollo cognitivo, los procesos ejecutivos y las exigencias pedagógicas de cada nivel.



5. Evaluación por Competencias: Enlace entre las Pruebas Saber y SIGMA (Componente CIES)

El sistema SIGMA incorpora el Componente de Integración Evaluativa Saber (CIES), para generar materiales alineados con los marcos evaluativos nacionales, particularmente las pruebas Saber 9.^º y Saber 11.^º Este capítulo detalla el sustento teórico y metodológico del CIES, explicando cómo se incorporan los referentes del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) y del Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el diseño de ítems que reflejan competencias interpretativas, argumentativas y propositivas (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2018; Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2006).



Las pruebas Saber 9.^º y Saber 11.^º constituyen instrumentos estandarizados de evaluación externa implementados por el Estructura y Enfoque de las Pruebas Saber:



1. Saber 9.^º: La prueba Saber 9.^º evalúa cinco áreas: Lenguaje, Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Ciudadanas, e Inglés. Su diseño obedece a los marcos de referencia que

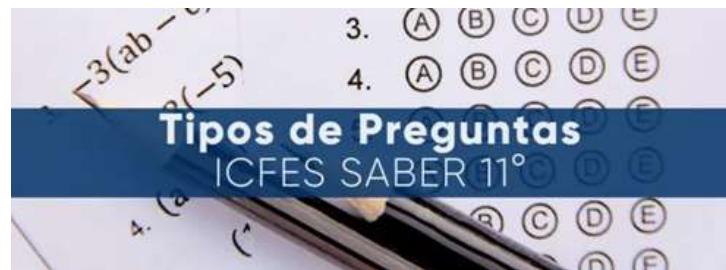
Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) y orientados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia. Su propósito es medir el desarrollo de competencias básicas y ciudadanas al finalizar los ciclos de educación básica secundaria y media, respectivamente, en coherencia con el enfoque por competencias adoptado por el país desde la expedición de la Ley 115 de 1994 (**Congreso de la República de Colombia, 1994**). El ICFES (2018) afirma que estas pruebas permiten conocer el nivel de desarrollo de las competencias definidas en los Estándares Básicos de Competencias (**Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2006**), siendo un insumo clave para la mejora de la calidad educativa.



establecen las competencias, habilidades, tipos de texto y contextos a evaluar. Los ítems se centran en tres tipos de competencias clave: Interpretativa (comprensión e interpretación de información textual o simbólica), Argumentativa (análisis, juicio crítico y comparación de ideas) y Propositoria (formulación de respuestas o soluciones fundamentadas a problemas planteados). Cada una de estas competencias se desarrolla dentro de un marco metodológico que busca promover procesos de pensamiento de orden superior, lo cual implica el uso de taxonomías como la de Bloom para diseñar los niveles de complejidad de las preguntas. El

MEN (2016) destaca que el objetivo es valorar cómo los estudiantes usan lo que saben en situaciones que simulan contextos de la vida cotidiana o de aprendizaje escolar.

2. Saber 11.º: La prueba Saber 11.º mantiene las mismas áreas que la de noveno, pero incorpora una mayor complejidad cognitiva, así como una prueba adicional de Componentes Flexibles (dependiendo del énfasis o profundización). Evalúa competencias genéricas (pensamiento crítico, resolución de problemas, interpretación de información) y competencias específicas por área del conocimiento. Según el ICFES (2021), los resultados de Saber permiten establecer comparaciones entre estudiantes y establecimientos educativos, proporcionando información clave para la formulación de políticas públicas y toma de decisiones institucionales. Los ítems se clasifican de acuerdo con los niveles de desempeño, que expresan grados crecientes de dominio de las competencias. Esto facilita su articulación con modelos internacionales como PISA y con sistemas de diseño instruccional adaptativo, como el desarrollado por SIGMA.



3. Componentes Estructurales del Ítem Saber:

Los ítems de las pruebas Saber tienen una estructura técnica bien definida: Enunciado (situación problema) que contextualiza la pregunta, Pregunta (estímulo) que formula el reto cognitivo, Opciones de respuesta (una correcta y tres distractores plausibles), y Retroalimentación (en entornos formativos) que, aunque no se entrega en pruebas estandarizadas, es clave en entornos de aprendizaje adaptativo como SIGMA para fortalecer el proceso formativo. Los distractores se construyen con base en errores comunes, concepciones alternativas o interpretaciones superficiales, lo que permite inferir el tipo de razonamiento del estudiante. El ICFES (2018) enfatiza que los ítems están diseñados

para evaluar no solo lo que los estudiantes saben, sino lo que pueden hacer con lo que saben. La generación automática de ítems, incluyendo opciones múltiples y distractores, es una capacidad clave de la IA. La literatura también aborda el diseño algorítmico de distractores y la evaluación ética de algoritmos para prevenir sesgos.



4. Alineación con los Estándares y DBA:

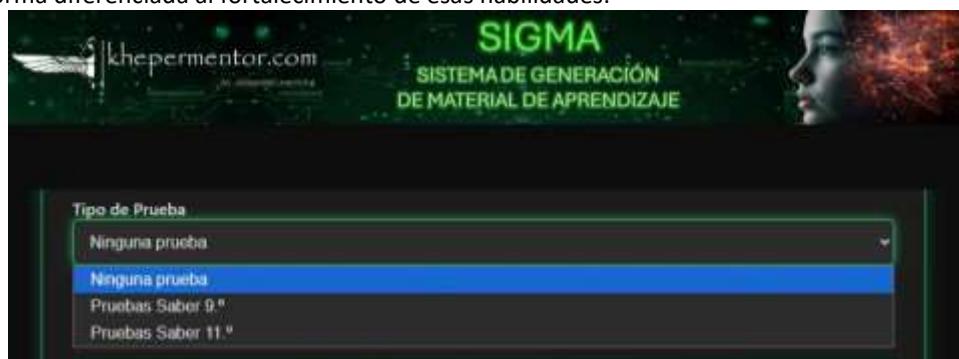
Ambas pruebas se diseñan con base en los Estándares Básicos de Competencias (EBC), los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y los Lineamientos curriculares nacionales. La integración de estos referentes garantiza la coherencia entre lo que se enseña y lo que se evalúa. Esto es clave para que los materiales de entrenamiento como los generados por SIGMA no solo se adapten al modelo de evaluación, sino que también contribuyan a su apropiación didáctica. El MEN (2017) afirma que el desarrollo de materiales y actividades alineados con los marcos de evaluación fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje y la equidad en el acceso a los aprendizajes esenciales.

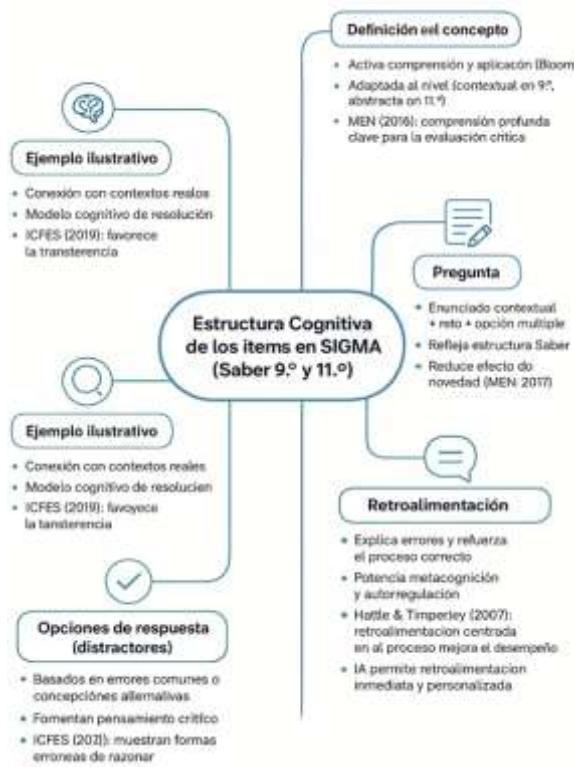
5. Importancia Pedagógica y Relevancia para SIGMA:

El conocimiento de la estructura de las pruebas Saber 9.º y 11.º permite al docente "y al sistema SIGMA" integrar criterios pedagógicos en la construcción de guías de aprendizaje. Esto incluye: tipo de pregunta, nivel de complejidad cognitiva, diseño de distractores funcionales, tipos de textos y contextos, y retroalimentación asociada a los errores comunes. De esta forma, las guías pueden ser no solo entrenadoras para los estudiantes, sino formativas, alineadas con la evaluación nacional e internacional.

Sustento Teórico: Contribución de cada componente textual al entrenamiento para pruebas Saber:

El entrenamiento para pruebas estandarizadas como Saber 9.º y 11.º no consiste únicamente en la repetición de ítems, sino en el desarrollo progresivo de habilidades cognitivas que permitan al estudiante entender el tipo de retos evaluativos, familiarizarse con su estructura y ensayar estrategias de respuesta efectiva. Desde este enfoque, cada uno de los componentes textuales del material generado por SIGMA aporta de forma diferenciada al fortalecimiento de esas habilidades:





1. Definición del concepto: Desde el marco cognitivo de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2010), este componente activa los niveles de comprensión y aplicación al presentar una explicación precisa y adaptada del contenido. En el caso de Saber 9.º, la definición debe facilitar el reconocimiento del concepto en contextos cotidianos. Para Saber 11.º, debe ampliar la comprensión hacia la abstracción y transferencia a problemas más complejos. El MEN (2016) señala que *"Comprender un concepto en distintos niveles de profundidad es clave para enfrentar preguntas que exigen interpretación, inferencia o evaluación crítica"*.

2. Ejemplo ilustrativo: Los ejemplos permiten conectar el concepto con situaciones reales o simuladas, lo cual es fundamental en el enfoque de las pruebas Saber, que se centran en el uso del conocimiento en contextos significativos. Para los estudiantes, este componente actúa como modelo cognitivo que orienta la resolución de ítems similares. El ICFES (2018) indica que *"Los ejemplos bien diseñados ayudan al estudiante a construir*

esquemas mentales que pueden transferir luego a nuevas situaciones problemáticas".

3. Pregunta: La pregunta es el eje central del entrenamiento. Debe seguir la estructura de los ítems Saber: enunciado contextual, formulación del reto y opción múltiple. Esto ayuda al estudiante a reconocer patrones formales, entender el nivel de complejidad requerido y ensayar procesos de resolución alineados con las competencias evaluadas (interpretativa, argumentativa, propositiva). El MEN (2017) subraya que *"Diseñar preguntas con formatos similares a los de la prueba real incrementa la familiaridad y reduce el efecto de novedad que puede afectar el desempeño"*.

4. Opciones de respuesta (distractores): Los distractores en las pruebas Saber no son aleatorios: representan errores comunes, concepciones alternativas o caminos incorrectos plausibles. Entrenar con distractores diseñados con la misma lógica permite al estudiante desarrollar estrategias de discriminación y análisis comparativo, propias del pensamiento crítico. El ICFES (2021) afirma que *"Un distractor bien construido no solo indica lo que el estudiante no sabe, sino cómo está razonando erróneamente"*.

5. Retroalimentación: Aunque las pruebas Saber no incluyen retroalimentación inmediata, en un entorno instruccional como SIGMA este componente es fundamental. Permite al estudiante comprender su error, reforzar la lógica de la respuesta correcta y mejorar sus estrategias para futuros ítems. Según Hattie y Timperley (2007), la retroalimentación formativa es uno de los factores más efectivos para mejorar el desempeño en evaluaciones estandarizadas. Ellos señalan que *"La retroalimentación que se centra en el proceso "más que en la respuesta correcta o incorrecta" potencia el aprendizaje autorregulado y la metacognición"* (Hattie & Timperley, 2007, p. 82;). La IA facilita la retroalimentación en tiempo real y personalizada.

La incorporación de estos cinco componentes dentro del sistema SIGMA, bajo las instrucciones específicas del Componente CIES, transforma la generación de materiales de aprendizaje en una herramienta poderosa para el entrenamiento auténtico y pedagógicamente significativo hacia las pruebas Saber. *No se trata solo de preparar para una prueba, sino de desarrollar las competencias cognitivas necesarias para enfrentarla con autonomía, comprensión y pensamiento crítico.*



La IA demuestra su capacidad para la operacionalización de principios psicométricos en la evaluación formativa. Las instrucciones detalladas para diseñar distractores "basados en errores comunes o malinterpretaciones típicas" y el énfasis en evaluar "lo que los estudiantes pueden hacer con lo que saben" demuestran una comprensión sofisticada de la psicometría (Báez-López & Herrera-Alemán, 2024).

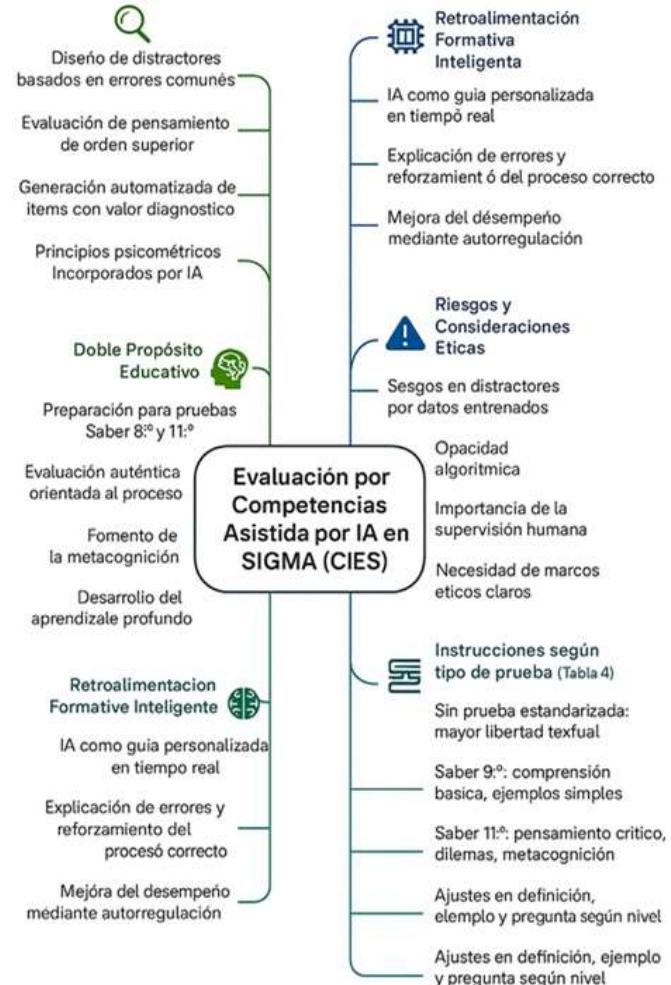
La capacidad de la IA para generar ítems tan matizados sugiere que puede ir más allá de la simple recuperación de contenido para evaluar el pensamiento de orden superior. Esto implica que la IA puede ser entrenada para emular los complejos procesos involucrados en el diseño psicométrico, mejorando el valor diagnóstico de las evaluaciones. SIGMA aprovecha la IA para crear evaluaciones que no solo son eficientes, sino también psicométricamente sólidas, proporcionando una comprensión más profunda del razonamiento y las ideas erróneas de los estudiantes, transformando así la evaluación en una herramienta diagnóstica y formativa más potente (Swiecki et al., 2022; Ullah et al., 2020).

Se manifiesta una dualidad en la evaluación asistida por IA: la preparación para pruebas estandarizadas y el fomento del aprendizaje profundo.

El CIES dentro de SIGMA busca tanto *"preparar al estudiante para enfrentar con éxito las pruebas estandarizadas"* como *"fortalecer sus procesos cognitivos a través de estrategias de evaluación auténtica y retroalimentación formativa"*. Este equilibrio es crítico. Mientras que las pruebas estandarizadas a menudo se centran en resultados medibles, el énfasis en el "aprendizaje profundo" y la "metacognición" sugiere un compromiso con la comprensión genuina.

La IA facilita esto al proporcionar práctica eficiente y retroalimentación inteligente y orientada al proceso. El enfoque de SIGMA en la evaluación, impulsado por la IA, busca conciliar los objetivos a menudo conflictivos de preparar a los estudiantes para pruebas de alto impacto y fomentar un aprendizaje profundo y significativo, lo que sugiere un ecosistema evaluativo más integrado y efectivo. Un aspecto crucial a considerar es la ética del diseño de distractores y la retroalimentación algorítmica, especialmente el riesgo de sesgos y la necesidad de supervisión humana.

El "aprendizaje profundo" y la "metacognición" sugiere un compromiso con la comprensión genuina.



Si bien, es importante que incorporar el diseño de distractores basados en "errores comunes", también se reconocen las preocupaciones éticas relacionadas con la IA en la educación, como los "sesgos en los modelos de recomendación" y los "problemas de precisión" en la retroalimentación (Crompton & Burke, 2023; OpenAI, 2023). Si los "errores comunes" utilizados para entrenar a la IA para los distractores reflejan sesgos sociales (por ejemplo, género, nivel socioeconómico), la IA podría perpetuarlos inadvertidamente. La "opacidad algorítmica" complica aún más esto, dificultando la comprensión de por qué se generan ciertos distractores o cómo se formula la retroalimentación. Esto exige una supervisión humana continua y directrices éticas claras. La eficacia y la equidad de la evaluación impulsada por la IA, particularmente en el diseño de distractores y la retroalimentación, dependen en gran medida de marcos éticos sólidos y de una supervisión humana vigilante para evitar la perpetuación de sesgos y garantizar experiencias de aprendizaje equitativas (Salinas & Gutiérrez, 2023; UNESCO, 2024).

La Tabla 4: Instrucciones del Componente CIES para la Generación de Material de Aprendizaje Textual en SIGMA, articula cómo el sistema SIGMA adapta la generación de contenido textual en función del tipo de prueba seleccionada. Esta tabla detalla las directrices estructurales específicas que deben incorporarse en los materiales de aprendizaje, diferenciando entre la no aplicación de pruebas estandarizadas, lo que permite una generación más libre de componentes textuales; la preparación para "Pruebas Saber 9.º", con un enfoque en la comprensión básica y problemas sencillos; y la alineación con "Pruebas Saber 11.º", que exige definiciones más abstractas, ejemplos complejos y preguntas que promuevan el pensamiento crítico y la metacognición.

Tabla 4: Instrucciones del Componente CIES para la Generación de Material de Aprendizaje Textual en SIGMA

Tipo de prueba seleccionada	Instrucciones estructurales que SIGMA debe incorporar al generar material textual (por componente)
Ninguna prueba	Generar los componentes textuales del material (definición, ejemplo, pregunta, opciones y retroalimentación) con base únicamente en los criterios curriculares del área y grado, sin seguir la lógica estructural de pruebas Saber. No se requiere alineación con marcos evaluativos externos.
Pruebas Saber 9.º	<p>Definición del concepto: Formular con lenguaje claro y contextualizado, orientado a la comprensión y aplicación básica (Bloom: comprender/aplicar).</p> <p>Ejemplo ilustrativo: Usar situaciones escolares o cotidianas que impliquen la interpretación o solución simple de problemas.</p> <p>Pregunta: Tipo selección múltiple con única respuesta, enfocada en competencias interpretativa, argumentativa o propositiva.</p> <p>Nivel de exigencia: medio/bajo (PISA 2–3).</p> <p>Opciones de respuesta: Una correcta y tres distractores plausibles basados en errores comunes o malinterpretaciones típicas de estudiantes en formación básica secundaria.</p> <p>Retroalimentación: Explicación breve que aclare la respuesta correcta, promoviendo la comprensión literal o causal básica del fenómeno planteado.</p>
Pruebas Saber 11.º	<p>Definición del concepto: Precisa, abstracta y conectada con procesos de evaluación y creación (Bloom: evaluar/crear). Debe permitir la transferencia conceptual a nuevos contextos. Ejemplo ilustrativo: Casos o dilemas complejos, con múltiples perspectivas, que exijan análisis profundo y toma de decisiones informadas. Pregunta: Tipo selección múltiple con única respuesta, orientada al pensamiento crítico, argumentación estructurada o resolución de problemas no rutinarios. Nivel de exigencia: alto (PISA 4–6). Opciones de respuesta: Una correcta, tres distractores sofisticados y cercanos en contenido, diseñados para discriminar niveles de razonamiento. Retroalimentación: Instrucción metacognitiva que invite a la reflexión sobre el proceso de pensamiento seguido, identificando fortalezas y errores de razonamiento.</p>

Nota: Esta tabla establece las directrices instruccionales que debe seguir el sistema SIGMA al momento de generar material textual, dependiendo de la selección del tipo de prueba por parte del docente (ninguna, Saber 9.º o Saber 11.º). Cada fila especifica cómo deben estructurarse los cinco componentes del material de aprendizaje (definición del concepto, ejemplo ilustrativo, pregunta, opciones de respuesta y retroalimentación), integrando los marcos metodológicos del ICFES, la taxonomía de Bloom revisada (Anderson & Krathwohl, 2010), los niveles PISA (OCDE, 2019) y los principios de evaluación por competencias del Ministerio de Educación Nacional. Su propósito es permitir que el material generado por SIGMA funcione como guía de entrenamiento instruccional para familiarizar a los estudiantes con la lógica, formato y exigencias de las pruebas Saber, dentro de un entorno pedagógico formativo y adaptativo.

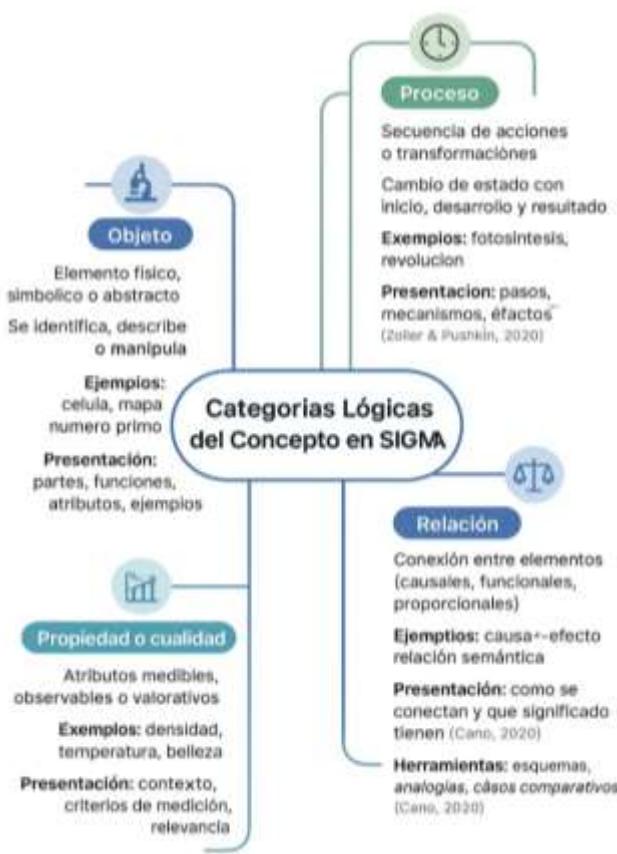
6. Clasificación Conceptual: Criterios Lógicos para la Presentación Didáctica en SIGMA

La comprensión profunda de un concepto no se limita a su definición, sino a la forma en que se estructura cognitivamente y se presenta pedagógicamente. En entornos de generación automatizada de contenidos, como el sistema SIGMA, es crucial que el concepto o tema ingresado por el docente sea analizado y clasificado según su naturaleza lógica, lo cual permitirá seleccionar la mejor estrategia textual para su explicación. Esta lógica se fundamenta en tipologías conceptuales universales, validadas desde la didáctica del conocimiento y la psicología cognitiva, con autores como Mayer (2021), Jonassen (2021), Cano (2020) y Moya & Luengo (2019) respaldando la idea de que "no se explica igual un proceso que una propiedad o una relación funcional".



Categoría Lógica del Concepto: Tipologías y Criterios Explicativos:

Diversos enfoques en la teoría del aprendizaje y en el diseño instruccional coinciden en que todo concepto puede clasificarse en al menos una de las siguientes categorías lógicas, que guían su presentación didáctica en SIGMA:



a. Objeto: Hace referencia a un elemento físico, simbólico o abstracto que puede identificarse, representarse, describirse o manipularse. En educación, esto incluye tanto entidades materiales (Ejemplo: “célula”, “mapa”, “fuerza”) como estructuras simbólicas (Ejemplo: “número primo”, “parábola”).

Para su presentación, se recomienda una descripción de sus partes, funciones, atributos físicos, acompañada de ejemplos directos (Mayer, 2009).

b. Proceso: Hace referencia a una secuencia de acciones, transformaciones o etapas que llevan de un estado inicial a uno final (Ejemplo: “fotosíntesis”, “revolución”, “razonamiento inductivo”). Requiere explicar los pasos, las condiciones, los mecanismos de cambio y sus efectos. Zoller y Pushkin (2020) señalan que “Los procesos requieren ser explicados mediante la lógica de su progresión temporal o causal, y deben ilustrarse en términos de inicio, desarrollo y resultado”.

c. Relación: Se refiere a conexiones entre dos o más elementos, que pueden ser causales, proporcionales, funcionales, espaciales, jerárquicas, entre otras (Ejemplo: “causa”efecto”, “proporción”, “relación semántica”). La presentación debe centrarse en cómo y por qué se relacionan los elementos, y qué significados emergen de esa relación. Las relaciones suelen explicarse mediante esquemas, analogías o casos comparativos, ayudando al estudiante a identificar patrones o estructuras recurrentes (Jonassen, 2011).

d. Propiedad o calidad: Son atributos o características medibles, observables o valorativas que describen a un objeto, proceso o sistema (Ejemplo: “densidad”, “equidad”, “temperatura”, “belleza”). Su explicación debe incluir cómo se manifiesta, cómo se mide o evalúa y en qué contextos es relevante. Mayer (2009) afirma que “Las propiedades exigen una descripción contextualizada, ilustrando su presencia en situaciones concretas, y estableciendo criterios para su identificación o comparación”.

Importancia para la Generación de Material Textual en SIGMA:

El sistema SIGMA, al generar guías de aprendizaje adaptadas al contexto, requiere descomponer los conceptos de forma precisa. Clasificar el concepto por su categoría lógica permite al sistema elegir el tipo de explicación más adecuada, determinar la estructura lingüística de la presentación (descripción, narración, comparación...) y ofrecer una explicación más clara y significativa para el estudiante. Jonassen (2021) enfatiza que “Comprender el tipo de entidad conceptual es un paso previo esencial para diseñar la instrucción que conduce al aprendizaje significativo”.

Representación del Conocimiento Didáctico para la Generación de Texto Natural:

La capacidad de la IA para la “representación del conocimiento” y el “procesamiento de lenguajes naturales” es fundamental para la generación de contenido didáctico. Las herramientas de IA generativa pueden crear y adaptar dinámicamente contenido educativo, incluyendo texto, imágenes y otros formatos. Esto permite la personalización del aprendizaje y la adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes. Sin embargo, se reconoce que la IA “no ‘comprende’ como lo hacen los humanos” y puede generar información falsa o sesgada, lo que subraya la necesidad de una evaluación crítica y de la supervisión humana. La guía de la UNESCO (2025) también aborda el uso ético y responsable de la IA generativa en educación.

Análisis de la Clasificación Conceptual y Criterios Lógicos:

La “ontología didáctica” implícita en SIGMA se manifiesta como un modelo de conocimiento para la IA.

Aunque el término "ontología" en IA suele referirse a una representación formal del conocimiento, la clasificación categórica de SIGMA (objeto, proceso, relación, propiedad/cualidad), junto con las instrucciones explicativas específicas (Tabla 5;), funciona como una ontología didáctica. **Dicta cómo la IA debe estructurar su explicación basándose en la naturaleza inherente del concepto. Esto no se trata solo de generar texto, sino de generar texto pedagógicamente sólido.** Esto sugiere que SIGMA incorpora un modelo estructurado de conocimiento didáctico dentro de su IA, guiando la generación de contenido más allá de la mera fluidez lingüística. El enfoque de SIGMA formaliza y operacionaliza la experiencia didáctica, permitiendo que la IA aplique principios pedagógicos establecidos a gran escala, mejorando así la calidad y coherencia de los materiales de aprendizaje generados automáticamente.

Se reconoce el desafío de la "comprensión significativa" frente a la "generación superficial" de texto por IA.

Se enfatiza la necesidad de una "comprensión profunda" y una "explicación más clara y significativa", pero al mismo tiempo reconoce que la IA "no 'comprende' como lo hacen los humanos" y puede producir "vacuidad". Esto destaca una tensión central: la IA puede generar texto sintáctica y gramaticalmente correcto, pero su comprensión semántica y su intención pedagógica se derivan de sus datos de entrenamiento y de instrucciones explícitas (como la Tabla 5). **El sistema de clasificación es un intento de imponer la inteligencia didáctica humana a las capacidades generativas de la IA para asegurar una producción significativa.** La calidad del contenido educativo generado por IA depende de la sofisticación de los modelos didácticos incorporados en la IA, lo que requiere una curación y validación humana continuas para evitar experiencias de aprendizaje superficiales o engañosas.

La IA se concibe como una herramienta para la "ingeniería didáctica" del conocimiento, requiriendo una co-creación humano-IA.

La Tabla 5 muestra que el "Concepto o tema" es una "variable ingresada por el docente", lo que implica que la entrada humana es el punto de partida. La IA luego "analiza el concepto... y clasifícalo" y genera la explicación siguiendo una estructura predefinida. Esto sugiere un proceso colaborativo donde la experiencia humana (definiendo el concepto, su dimensión epistemológica y su función didáctica) guía el poder generativo de la IA. **Esto es una forma de "ingeniería didáctica", donde los educadores humanos diseñan el marco pedagógico y la IA lo ejecuta de manera eficiente.** El uso más efectivo de la IA en la educación probablemente sea una asociación co-creativa, donde la inteligencia humana proporciona la dirección pedagógica y el control de calidad, mientras que la IA proporciona la escalabilidad y la eficiencia en la generación de contenido.

Tabla 5: Instrucción para estructurar la presentación del concepto en SIGMA según su categoría lógica

Concepto o tema (variable ingresada por el docente)	Instrucción específica para el sistema (análisis y presentación del concepto)
(Variable libre: concepto o tema digitado por el docente)	<p>Analiza el concepto digitado por el docente y clasifícalo en una de las siguientes categorías lógicas: objeto, proceso, relación o propiedad/cualidad. Una vez clasificado, genera exclusivamente la 1. presentación del concepto dentro del material de aprendizaje textual, siguiendo esta estructura: . Definición estructural: Presenta una definición clara, precisa y coherente con el nivel escolar, que identifique la esencia del concepto, sus características clave y su campo de aplicación.</p> <p>2. Categoría lógica y forma de explicación: • Si es un objeto, describe sus partes, funciones, y su representación visual o simbólica si aplica. • Si es un proceso, explica su secuencia lógica, fases o pasos, causas y consecuencias. • Si es una relación, ejemplifica los elementos que se conectan, el tipo de vínculo (causal, proporcional, espacial, funcional, etc.) y su importancia. • Si es una propiedad o cualidad, define sus características medibles u observables, cómo se manifiesta y cómo se compara o clasifica.</p> <p>3. Dimensión epistemológica: Indica el campo disciplinar del concepto (científico, matemático, social, tecnológico, ético, etc.) y cómo este campo aborda su estudio o aplicación.</p> <p>4. Función didáctica del concepto: Explica para qué se enseña este concepto en la guía (por ejemplo: comprender un sistema, resolver un problema, fundamentar una idea o construir un criterio).</p>

Nota: Esta tabla establece una instrucción precisa para que el sistema de inteligencia artificial de SIGMA estructure únicamente la presentación del concepto o tema ingresado por el docente, clasificándolo según su categoría lógica (objeto, proceso, relación o propiedad/cualidad). La instrucción permite que la explicación generada sea pedagógicamente adecuada, disciplinariamente fundamentada y orientada a su función educativa dentro de la guía de aprendizaje, garantizando claridad, coherencia y relevancia para el estudiante.

7. Consideraciones Éticas y Desafíos de la Inteligencia Artificial en la Educación

La integración de la inteligencia artificial en la educación, si bien ofrece un potencial transformador, también introduce una serie de consideraciones éticas y desafíos que deben ser abordados de manera proactiva. Estos aspectos son cruciales para garantizar que la implementación de sistemas como SIGMA sea responsable, equitativa y centrada en el bienestar del estudiante.



6.1. Opacidad Algorítmica, Privacidad de Datos y Sesgos:

Una de las principales preocupaciones es la "opacidad algorítmica", que se refiere a la dificultad de comprender cómo los algoritmos de IA llegan a sus decisiones o recomendaciones. Esto

los estudiantiles es otro desafío fundamental, ya que los sistemas de IA procesan grandes volúmenes de información sensible, lo que requiere garantías robustas para su protección (**Salinas & Gutiérrez, 2023**). Además, los "sesgos en los modelos de recomendación" y en los algoritmos de calificación pueden perpetuar o incluso amplificar desigualdades existentes si no se abordan adecuadamente, por ejemplo, si la IA es entrenada con datos que reflejan prejuicios sociales. Esto puede llevar a resultados discriminatorios o a una experiencia de aprendizaje subóptima para ciertos grupos de estudiantes (**Crompton & Burke, 2023; OpenAI, 2023**). La **UNESCO (2024)** señala que solo un pequeño porcentaje de países tiene políticas claras sobre privacidad en la IA educativa.

6.2. Necesidad de Políticas Educativas y Formación Docente para una Integración Responsable:

Para una integración efectiva y ética de la IA, es imperativo establecer políticas educativas claras que orienten su uso transparente y responsable en contextos de aprendizaje. Estas políticas deben abordar la infraestructura digital, la equidad en el acceso a la tecnología y la formación docente (**Navas Ríos et al., 2023; UNESCO, 2024**). La falta de capacitación específica en tecnologías emergentes es una barrera significativa para la integración efectiva de la IA en el aula, y existe una resistencia al cambio por parte de algunos docentes y directivos (**Crompton & Burke, 2023**). Se propone una estrategia integral que incluya la formación docente y la adaptación curricular para la integración de la IA en la enseñanza-aprendizaje. La IA debe potenciar el rol del educador, convirtiéndolo en un profesional aumentado con herramientas avanzadas para decisiones más inteligentes y personalizadas, en lugar de reemplazarlo (**Salinas & Gutiérrez, 2023**). La alfabetización digital en estudiantes y docentes es crucial para navegar críticamente los entornos mediados por IA y para una ciudadanía digital responsable (**Haro Esquivel et al., 2025**).

Análisis de Consideraciones Éticas y Desafíos:



La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación no es simplemente un asunto de tecnología, sino un desafío que involucra tanto aspectos técnicos como sociales. Para que la IA sea beneficiosa y justa en las aulas, es fundamental establecer reglas. Esto se debe a que el uso de la IA conlleva riesgos importantes, como la privacidad de los datos de los estudiantes, los sesgos que pueden surgir si los algoritmos se entrena con información incompleta o discriminatoria, y la opacidad o falta de transparencia en cómo funcionan estos sistemas. Ignorar estos aspectos puede llevar a que la IA, en lugar de ayudar, termine generando más problemas. Por ello, el éxito de herramientas como SIGMA dependerá más de tener marcos éticos sólidos, políticas claras y mecanismos que aseguren la rendición de cuentas y la transparencia, que solo de su sofisticación técnica.

The screenshot shows a dark-themed login interface. At the top, a yellow banner reads 'ACCESO RESTRINGIDO'. Below it, a message in Spanish states: 'Por motivos de protección de datos, este espacio está restringido solo para usuarios y docentes registrados.' There are two input fields: 'Usuario:' and 'Contraseña:', both with placeholder text. Below the fields is an orange 'Ingresar' button. At the bottom of the form is a blue 'Regresar al Menú de Sistema' button.

Además, para que la IA beneficie a todos los estudiantes por igual, es indispensable abordar dos grandes obstáculos: la "brecha de capacitación" y la "brecha digital". La primera se refiere a la falta de formación adecuada para los docentes, quienes necesitan aprender a integrar la IA de manera efectiva y crítica en sus clases. La segunda, la brecha digital, alude a las desigualdades en el acceso a la tecnología y a las habilidades digitales necesarias para usarla. Si los educadores no están preparados y si los estudiantes no

tienen acceso equitativo o la alfabetización digital necesaria, la IA podría aumentar las diferencias existentes entre ellos. Por lo tanto, es vital invertir en la formación de los profesores y en programas que mejoren las habilidades digitales de los estudiantes, asegurando así que el avance tecnológico realmente impulse la equidad educativa.



Finalmente, es importante entender que la IA se percibe como un "socio aumentado" para el educador, no como un reemplazo. Esto significa que la IA no busca sustituir a los maestros, sino potenciar sus capacidades y redefinir su rol. Los docentes pasarán de ser los principales transmisores de conocimiento a ser facilitadores, guías y estrategas que utilizan la IA para personalizar el aprendizaje y optimizar los procesos educativos. El futuro de la educación con IA implica una colaboración en la que la tecnología mejora lo que el ser humano hace mejor, transformando el papel del docente en uno más complejo, estratégico y centrado en las necesidades individuales de cada estudiante, lo que en última instancia enriquecerá significativamente las experiencias de aprendizaje.

Para garantizar la seguridad y la protección de datos en el sistema SIGMA, se implementan medidas de control de acceso rigurosas. La plataforma utiliza un sistema de validación de usuarios para restringir el acceso a funcionalidades sensibles únicamente a docentes autorizados. Adicionalmente, para proteger la privacidad de los estudiantes, se aplican seudónimos a los perfiles de aprendizaje, lo que permite analizar el rendimiento y progreso educativo sin comprometer su identidad personal.

The screenshot shows a student profile page with the following fields: 'Form_Responses' (dropdown), 'Marca temporal' (dropdown), 'Dirección de correo electrónico' (dropdown), 'Puntuación' (dropdown), 'Nombre' (dropdown), 'Apellido' (dropdown), 'Edad' (dropdown), 'Género' (dropdown), and 'Correo electrónico' (dropdown). Below these fields are several input fields: '22/8/2025 18:23:34 cesam@ic...' (text), '0 / 48' (text), 'Nombre' (grid), 'Apellido' (grid), 'Edad' (grid), 'Género' (grid), and 'Correo electrónico' (grid). The 'Nombre' grid contains the text 'Masculino'.

"La inteligencia artificial no viene a reemplazar al docente, sino a potenciar sus capacidades y transformar su rol en facilitador estratégico del aprendizaje personalizado."

8. Componente Técnico y Algorítmico del Sistema SIGMA: Incorporación y Funcionamiento de la Inteligencia Artificial

1. Arquitectura Técnica del Sistema SIGMA

La arquitectura de SIGMA se fundamenta en una base de conocimiento estructurada y en la integración con Modelos de Lenguaje Grandes (LLMs) a través de mecanismos de procesamiento avanzados.

8.1. Base de Conocimiento en Hojas de Cálculo

La base de conocimiento de SIGMA se implementa mediante tablas estructuradas en aplicaciones de hoja de cálculo, siendo Google Sheets la plataforma de referencia para su desarrollo actual. Esta elección es estratégica y prioriza la facilidad de uso para el docente, un usuario no técnico. A diferencia de formatos como XML o JSON, que requieren conocimientos especializados para su manipulación, las hojas de cálculo ofrecen una interfaz visual y familiar. Esto permite a los educadores agregar, actualizar o modificar elementos teóricos, contextuales y curriculares de manera intuitiva, sin barreras técnicas (Prather et al., 2023).

La organización tabular de las hojas de cálculo se alinea de forma natural con la estructura de los parámetros pedagógicos y curriculares del sistema, como referentes, objetivos de aprendizaje, competencias y niveles cognitivos. Esta accesibilidad es crucial para democratizar la "ingeniería de prompts", empoderando al docente para manipular directamente los datos que impulsan la IA, trasladando el control de la personalización a un entorno visual y accesible (UNESCO, 2024). La base de conocimiento se convierte así en la fuente de datos estructurados que alimenta directamente los prompts de la IA generativa, proporcionando el contexto explícito necesario para los LLMs (OpenAI, 2023).



8.2. Componentes de Procesamiento de IA

Conexión con LLMs y Generación de Prompts

El núcleo operacional de SIGMA reside en su capacidad para interactuar con grandes modelos de lenguaje (LLM) avanzados a través de interfaces de programación de aplicaciones (APIs). En lugar de utilizar extensiones, el sistema utiliza un script de Google Apps Script para establecer una conexión directa. Este script actúa como un conector de API personalizado que vincula la base de conocimiento estructurada en las hojas de cálculo con diversos LLMs, incluyendo modelos como GPT-4o, GPT-4, Gemini, Perplexity, Claude y Mistral. Esta implementación nativa permite manejar un alto volumen de solicitudes, facilitando la ejecución de un gran número de prompts por minuto directamente desde las hojas de cálculo, lo cual es vital para la generación masiva de materiales de aprendizaje. Esta aproximación garantiza la flexibilidad necesaria para integrar y alternar entre diferentes modelos de IA de manera eficiente, adaptándose a las necesidades del sistema y a la evolución de la tecnología (OpenAI, 2023; Prather et al., 2023).

Sistema de Micro-Prompts por Celda para el Ajuste Fino

Un elemento técnico distintivo y crucial para el ajuste fino de la respuesta de la IA es el sistema de micro-prompts por celda. Este concepto se refiere a la capacidad de construir prompts de manera modular y granular directamente dentro de la estructura de la hoja de cálculo. En lugar de un único prompt monolítico, cada celda o un conjunto de celdas puede contener instrucciones específicas que, al combinarse, forman el prompt final enviado al LLM. El script de Google Apps Script permite invocar el LLM directamente desde una celda, pasando parámetros definidos en otras celdas. Este enfoque facilita la ideación, creación, resumen, categorización, clasificación y limpieza de datos. Crucialmente, permite un ajuste fino de la respuesta al modificar componentes específicos del prompt sin necesidad de reescribir toda la instrucción, lo que simplifica la iteración y la mejora pedagógica por parte del docente (Huang et al., 2023; UNESCO, 2024).

8.3. Estructura de Análisis de IA y Metodología de Construcción de Prompts Adaptativos

La metodología de construcción de prompts en SIGMA es un proceso algorítmico de traducción sistemática de marcos educativos complejos en directrices operacionales para la IA. Esto implica un análisis estructural de IA para el material, donde cada variable pedagógica se convierte en un parámetro explícito dentro del prompt, guiando la generación de contenido adaptativo.



8.3.1. Integración Curricular

Los componentes teóricos y curriculares se transforman en instrucciones precisas para la IA. Los "Parámetros estructurales para generación de material por IA" (como Referentes, Objetivos de Aprendizaje, Competencias, Nivel Cognitivo Dominante,

Competencia Transversal, Enfoque Pedagógico Sugerido, Indicadores de Desempeño y Recursos Didácticos) se extraen de la base de conocimiento y se incorporan como criterios que guían la precisión y el alcance de las definiciones, ejemplos y preguntas textuales. Este proceso operacionaliza y escala marcos curriculares complejos, asegurando una aplicación consistente de principios pedagógicos.

8.3.2. Gradualidad Escolar y Desarrollo Cognitivo

La adaptación del material al nivel de desarrollo de los estudiantes es esencial. El grado escolar se considera un indicador aproximado del desarrollo cognitivo y evolutivo del estudiante. El sistema articula cómo el "Nivel Cognitivo (Taxonomía de Bloom)", "Funciones Ejecutivas Predominantes (Diamond)", "Nivel PISA Aproximado" y "Competencias del Siglo XXI" se traducen en "Instrucción Sugerida para el Prompt (SIGMA)". Esta granularidad permite a SIGMA optimizar la carga cognitiva y el andamiaje para el aprendizaje.

8.3.3. Evaluación por Competencias (Componente CIES)

El Componente de Integración Evaluativa Saber (CIES) genera materiales alineados con los marcos evaluativos nacionales, como las pruebas Saber 9.º y Saber 11.º. Las instrucciones estructurales para la generación de material textual varían según el tipo de prueba seleccionada. Esto incluye la formulación de la definición, ejemplos, preguntas, opciones de respuesta y retroalimentación. La IA genera distractores "basados en errores comunes o malinterpretaciones típicas" y ofrece retroalimentación metacognitiva, demostrando una comprensión sofisticada de la psicometría.

8.3.4. Clasificación Conceptual

La clasificación conceptual es clave para la presentación didáctica del conocimiento. El sistema analiza el concepto o tema ingresado por el docente y lo clasifica en categorías lógicas: objeto, proceso, relación o propiedad/cualidad. Esta clasificación guía la "Instrucción específica para el sistema (análisis y presentación del concepto)", determinando la "Definición estructural", la "Categoría lógica y forma de explicación", la "Dimensión epistemológica" y la "Función didáctica del concepto". Esta clasificación actúa como una ontología didáctica implícita, dictando cómo la IA debe estructurar su explicación.

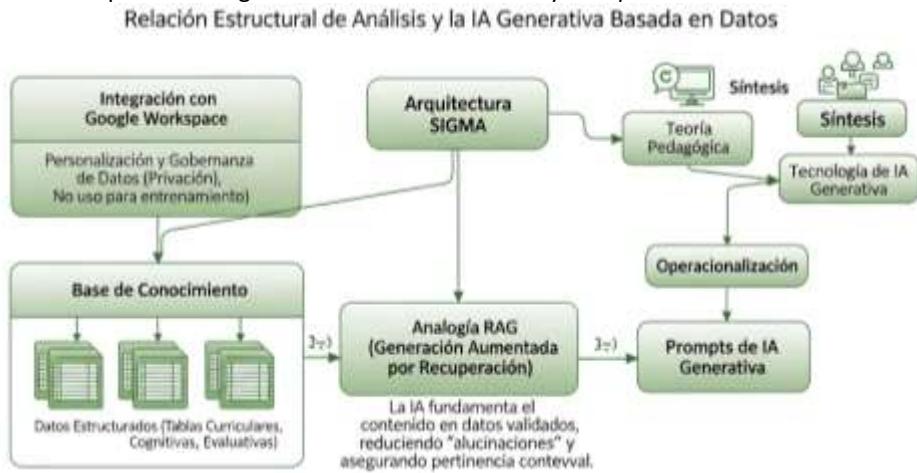
8.4. Relación Estructural de Análisis y la IA Generativa Basada en Datos

La arquitectura de SIGMA se basa en la premisa de que la estructura de un prompt puede afectar la capacidad del modelo para analizar y utilizar correctamente la información. La base de conocimiento en hojas de cálculo sirve como la fuente de datos estructurados que alimenta directamente los prompts de la IA generativa. Esta información estructurada, derivada de los parámetros de las tablas curriculares, cognitivas y evaluativas, se convierte en el contexto explícito para el LLM.

El sistema opera bajo principios similares a la Generación Aumentada por Recuperación (RAG, por sus siglas en inglés). La IA generativa no solo crea contenido, sino que lo fundamenta en la información relevante y estructurada proporcionada por la base de conocimiento. Este enfoque reduce las "alucinaciones" de la IA y asegura la pertinencia contextual del material generado, al anclar la creatividad del modelo en datos pedagógicos validados. La dependencia de SIGMA en datos estructurados y su integración con ecosistemas como Google Workspace facilita la personalización y establece un marco de gobernanza de datos. Google Workspace, por ejemplo, tiene compromisos robustos de privacidad, asegurando que las interacciones con IA generativa permanezcan dentro de la organización y que el contenido no se utilice para entrenar modelos de otros clientes sin permiso.

El sistema SIGMA representa una síntesis robusta de la teoría pedagógica y la tecnología de IA generativa. Su arquitectura, basada en una base de conocimiento accesible en hojas de cálculo y un sofisticado sistema de construcción de prompts, permite una

operacionalización precisa de marcos curriculares, cognitivos y evaluativos. La capacidad de la IA para transformar directrices abstractas en parámetros concretos para la generación de contenido, junto con su enfoque en la personalización y la eficiencia, posiciona a SIGMA como una herramienta innovadora para reconfigurar el diseño instruccional y la experiencia educativa.



9. EXPLICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

Base de conocimiento INTERFAZ DE SIGMA

9.1. Componentes de la Arquitectura de SIGMA

SIGMA se sustenta en una arquitectura de tres componentes interconectados:

Frontend (Interfaz Web): Se trata de una interfaz web optimizada, accesible en <https://inicio.khepermentor.com/>, que sirve como punto de acceso para los docentes a los diferentes sistemas de navegación (SIGMA, SAMA y SEPA). Esta interfaz está diseñada para facilitar la interacción y el acceso a las herramientas de inteligencia artificial.

Backend (Base de Datos Redundante): La base de datos de SIGMA se compone de una estructura redundante que combina una hoja de cálculo de Google Sheets con un servidor estructurado. La hoja de cálculo es una interfaz amigable que facilita la incorporación y manipulación de datos por parte de los docentes. Por otro lado, un servidor con phpMyAdmin almacena una base de datos más robusta, a la que se accede mediante peticiones JSON y XML para garantizar la integridad y la redundancia de los datos.

Sistema de Interconexión (Scripts): La comunicación entre los componentes se realiza a través de un conjunto de scripts operacionalizados con Google Apps Script. Estos scripts actúan como un conector de API personalizado, uniendo la base de conocimiento en Google Sheets con los diferentes LLM, sin depender de extensiones de terceros. Esto permite manejar un alto volumen de solicitudes de manera eficiente.

9.2. Lógica Operacional y Ajuste Fino

El funcionamiento de SIGMA se basa en un concepto clave: el sistema de micro-prompts por celda. Este enfoque modular permite construir prompts de manera granular directamente en la hoja de cálculo. Cada celda o un grupo de celdas puede contener instrucciones específicas que, al unirse, forman la solicitud final enviada al LLM. Este método facilita la iteración y el ajuste fino de la respuesta, ya que el docente puede modificar componentes del prompt sin tener que reescribir toda la instrucción, lo que simplifica y agiliza el proceso de mejora pedagógica.

9.3. Interfaz de Usuario en la Hoja de Cálculo

La interacción principal del docente se lleva a cabo en la hoja "SIGMA Material", que funciona como una consola visual. Aquí, los usuarios pueden ingresar parámetros como el tema, los criterios curriculares, el nivel de desarrollo cognitivo y el tipo de prueba. La interfaz muestra el progreso de la generación por IA y presenta el material resultante de manera estructurada (definiciones, ejemplos, preguntas con opciones de respuesta y retroalimentación). Finalmente, el sistema ofrece la opción de exportar el contenido a formatos compatibles con plataformas como Moodle.

SIGMA SISTEMA DE GENERACIÓN DE MATERIAL DE APRENDIZAJE	
Introducción al Procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje	
Concepto/Tema	Propositorio: Introducción y fundamentos del procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje
Criterios Curriculares (Área y Grado)	Introducción al Procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje
Nivel de Desarrollo Cognitivo	Introducción al Procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje
Tipo de Prueba	Introducción al Procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje
Hipermedios	Introducción al Procesamiento de lenguaje natural y su aplicación en la generación de materiales de aprendizaje

En esencia, esta hoja de cálculo cumple tres funciones clave:

1. **Entrada de Parámetros (Input):** Permite al docente configurar el material deseado de forma intuitiva. Eligen el **concepto o tema** (ej., "Tipos de Texto"), el **área y grado curricular** (ej., "Lengua Castellana – Grado 6.º/7.º"), el **nivel cognitivo y de edad** (ej., "6º – 11 a 12 años"), y el **tipo de evaluación** (ej., "Pruebas Saber 9.º"). Cada una de estas selecciones se traduce en **micro"prompts por celda**, que son

instrucciones granulares que la IA utilizará para generar el contenido.

2. **Materialización del Procesamiento de IA:** Aunque el proceso de la IA ocurre en segundo plano a través de APIs, la hoja muestra visualmente cómo las entradas del docente se transforman en directrices para la IA. Las celdas de la hoja contienen las instrucciones estructuradas que el sistema envía al Modelo de Lenguaje Grande (LLM), y las áreas de salida muestran el estado de "Cargando..." mientras la IA genera el contenido.

3. **Salida del Material Generado (Output):** Una vez procesado, el material de aprendizaje se "materializa" directamente en la hoja. Esto incluye la **definición estructural del concepto**, su **clasificación lógica** (ej., "Relación" para "Tipos de Texto"), su **dimensión epistemológica** y su **función didáctica**. Además, se generan **ejemplos ilustrativos**, **preguntas de comprensión** con opciones de respuesta y **retroalimentación** detallada. Finalmente, la hoja consolida todo esto en una **guía de aprendizaje completa** y, si se selecciona, un **uestionario en formato GIFT compatible con Moodle**, listo para su uso.

La interface "SIGMA Material" es el puente visual y funcional que conecta la intención pedagógica del docente con la capacidad generativa de la IA, permitiendo la creación, configuración y visualización de materiales educativos adaptativos en un entorno accesible.



BASE DE CONOCIMIENTO

La **Base de Conocimiento** en SIGMA es un componente fundamental que, a través de una tabla estructurada, instruye a la inteligencia artificial sobre cómo analizar y presentar didácticamente cualquier concepto ingresado por el docente. Esta tabla define que la IA debe clasificar el concepto en una de cuatro categorías lógicas (objeto, proceso, relación o propiedad/cualidad) y, basándose en esta clasificación, generar una explicación estructurada que incluye una definición precisa, una forma de explicación adaptada a la categoría lógica, su dimensión epistemológica (campo disciplinar) y su función didáctica dentro del material de aprendizaje, asegurando así que el contenido generado sea coherente y pedagógicamente relevante.

BASE DE CONOCIMIENTO CONCEPTO

(CONCEPTO) o tema (variable ingresada por el docente)	Instrucciones algorítmicas para el sistema (análisis y presentación del (CONCEPTO))
(CONCEPTO): o tema (variable ingresada por el docente)	<p>Revisa el (CONCEPTO) ingresado por el docente y clasifícalo en tipo de concepto (objeto, proceso, relación, propiedad o cualidad). Una vez clasificado, genera las instrucciones para la generación del (CONCEPTO) dentro del material de Aprendizaje, siguiendo este enfoque:</p> <ol style="list-style-type: none"> Objeto: Presenta el concepto como un elemento independiente con el resto visible, sin relacionarlo a la teoría o al resto del material. Se enfatiza la naturaleza individual y su separación del resto. Proceso: Presenta el concepto en su relación con el resto visible, sin relacionarlo a la teoría o al resto del material. Se enfatiza la naturaleza individual y su separación del resto. Relación: Presenta el concepto en su relación con el resto visible, sin relacionarlo a la teoría o al resto del material. Se enfatiza la naturaleza individual y su separación del resto. Propiedad o Cualidad: Presenta el concepto en su relación con el resto visible, sin relacionarlo a la teoría o al resto del material. Se enfatiza la naturaleza individual y su separación del resto. <p>3. Dimensiones epistemológicas: incluye el campo disciplinar del (CONCEPTO) (científico, social, etc.) y las estrategias didácticas (exploración, análisis, etc.) y el orden en el que se presentan las estrategias y explicaciones.</p> <p>4. Función didáctica del (CONCEPTO): Explica para qué sirve el concepto (dar sentido a la teoría, explicar un proceso, resolver un problema, transformar o crear).</p>

Esta tabla materializa la lógica interna que guía a la inteligencia artificial para comprender y estructurar didácticamente cualquier concepto. Se resume de la siguiente manera:

Entrada del Concepto: La primera columna permite al docente introducir libremente el {CONCEPTO} o tema sobre el cual desea generar material de aprendizaje.

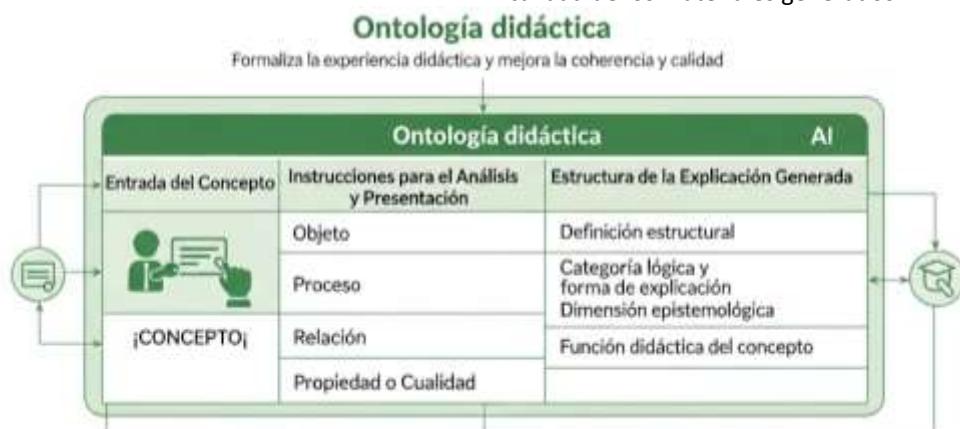
Instrucción para el Análisis y Presentación: La segunda columna contiene las directrices algorítmicas detalladas para la IA. Estas instrucciones le indican al sistema cómo analizar el concepto y clasificarlo en una de cuatro categorías lógicas:

- **Objeto:** Para elementos físicos, simbólicos o abstractos (describe partes, funciones).
- **Proceso:** Para secuencias de acciones o transformaciones (explica pasos, causas, consecuencias).
- **Relación:** Para conexiones entre elementos (ejemplifica vínculos, importancia).
- **Propiedad o Cualidad:** Para atributos medibles u observables (define características, cómo se manifiesta).

Estructura de la Explicación Generada: Una vez clasificado, la IA recibe instrucciones para generar la presentación del concepto siguiendo una estructura pedagógica definida:

- **Definición estructural:** Clara, precisa y coherente con el nivel escolar.
- **Categoría lógica y forma de explicación:** Adaptada a si es un objeto, proceso, relación o propiedad/cualidad.
- **Dimensión epistemológica:** Indica el campo disciplinar (científico, social, etc.).
- **Función didáctica del concepto:** Explica el propósito de enseñar ese concepto en la guía de aprendizaje.

Esta sección de la base de conocimiento es fundamental porque actúa como una "ontología didáctica" implícita, un modelo de conocimiento que dicta cómo la IA debe estructurar su explicación basándose en la naturaleza intrínseca del concepto. Esto formaliza la experiencia didáctica, permitiendo que la IA aplique principios pedagógicos establecidos a gran escala, mejorando la coherencia y calidad de los materiales generados.



BASE DE CONOCIMIENTO CURRULAR

CURRICULAR		
Grado y Área	Parámetros estructurales para generación de material por IA	Recomendaciones para la Generación de Material de Aprendizaje (Tipo Textual)
Lengua Castellana – Grado 6.º-7.º	<p>Referentes: Estándares de competencias en lenguaje. Objetivos: Comprensión literal e inferencial. Competencias: Interpretativa básica, escritura funcional. Nivel cognitivo dominante: Comprensión. Competencia transversal: Comunicación assertiva. Enfoque pedagógico sugerido: Aprendizaje significativo. Indicadores: Identifica ideas principales y produce textos narrativos sencillos. Recursos: Texto narrativo, ejemplos cotidianos, organizadores gráficos.</p>	<p>Definición del (CONCEPTO): Clara y concisa, utilizando vocabulario adecuado para el nivel, enfocada en la identificación de ideas principales. Ejemplos ilustrativos: Utilizar situaciones cotidianas y narrativas sencillas que ayuden a la comprensión literal e inferencial. Preguntas de Comprensión: Formular preguntas directas sobre ideas principales y secundarias del texto. Opciones de Respuesta: Distractores plausibles pero claramente diferenciados de la respuesta correcta. Retroalimentación: Explicaciones que refuerzan la comprensión literal y guían hacia inferencias básicas.</p>
Lengua Castellana – Grado 8.º-9.º	<p>Referentes: Estándares de comprensión lectora. Objetivos: Análisis de textos argumentativos. Competencias: Argumentativa, crítica. Nivel cognitivo dominante: Análisis. Competencia transversal: Pensamiento crítico. Enfoque pedagógico: Debate guiado y lectura crítica. Indicadores: Evalúa argumentos y redacta opiniones justificadas. Recursos: Artículos de opinión, mapas argumentativos.</p>	<p>Definición del (CONCEPTO): Presentar el (CONCEPTO) de manera que invite al análisis y la crítica, adecuada para textos argumentativos. Ejemplos ilustrativos: Incluir extractos de artículos de opinión o situaciones que requieran evaluar argumentos. Preguntas de Comprensión: Diseñar preguntas que exijan identificar tesis, argumentos y contrarargumentos, y evaluar su validez. Opciones de Respuesta: Distractores que representen falacias comunes o interpretaciones erróneas de argumentos. Retroalimentación: Orientar al estudiante en el razonamiento crítico y la identificación de la estructura argumentativa.</p>
Lengua Castellana – Grado 10.º-11.º	<p>Referentes: Estándares avanzados. Objetivos: Producción de textos complejos. Competencias: Propositiva, crítica. Nivel cognitivo dominante: Evaluación y síntesis. Competencia transversal: Argumentación estructurada. Enfoque pedagógico: Escritura guiada. Indicadores: Construye textos críticos con propósito comunicativo claro. Recursos: Ensayos, fuentes documentales.</p>	<p>Definición del (CONCEPTO): La definición debe ser un punto de partida para la construcción de textos complejos, fomentando la proposición y crítica. Ejemplos ilustrativos: Presentar ejemplos de ensayos o fragmentos de fuentes documentales que demuestren argumentación estructurada. Preguntas de Comprensión: Formular preguntas que evalúan la capacidad de síntesis, la identificación del propósito comunicativo y la crítica de ideas. Opciones de Respuesta: Distractores que reflejan interpretaciones superficiales o la falta de un propósito comunicativo claro. Retroalimentación: Enfocarse en la estructura de la argumentación, la claridad del propósito comunicativo y la profundidad del análisis.</p>
Matemáticas – Grado 6.º-7.º	<p>Referentes: Estándares básicos numéricos. Objetivos: Operaciones básicas y razonamiento. Competencias: Resolución de problemas sencillos. Nivel cognitivo: Aplícate. Competencia transversal: Pensamiento lógico. Enfoque: Resolución guiada de problemas. Indicadores: Resuelve operaciones en contextos concretos. Recursos: Ejercicios con apoyo visual.</p>	<p>Definición del (CONCEPTO): Presentar definiciones claras de operaciones básicas y (CONCEPTO)s numéricos, con apoyo visual si es posible. Ejemplos ilustrativos: Problemas sencillos con contextos concretos que requieren la aplicación de operaciones básicas. Preguntas de Comprensión: Preguntas de selección múltiple que evalúan la aplicación de (CONCEPTO)s en situaciones específicas. Opciones de Respuesta: Incluir errores comunes de cálculo o razonamiento lógico simple como distractores. Retroalimentación: Explicar el procedimiento paso a paso para la resolución y corregir errores de razonamiento.</p>
	<p>Referentes: Estándares en álgebra y estadística. Objetivos: Representación y modelación. Competencias: Modelación y</p>	<p>Definición del (CONCEPTO): Definiciones que permitan la representación de (CONCEPTO)s algebraicos y estadísticos, promoviendo el análisis de patrones. Ejemplos ilustrativos: Problemas que involucran la interpretación de gráficas, la creación de modelos o el</p>

Esta tabla es fundamental porque traduce los complejos lineamientos educativos en parámetros operativos y recomendaciones específicas para la inteligencia artificial, asegurando que el material generado sea pedagógicamente pertinente y alineado con el currículo.

En resumen, esta base de conocimiento curricular funciona de la siguiente manera:

Organización por Grado y Área: La primera columna (Grado y Área) organiza la información por asignatura y nivel educativo (ej., "Lengua Castellana – Grado 6.º-7.º", "Matemáticas – Grado

8.º-9.º"). Esto permite al sistema adaptar el contenido a las necesidades específicas de cada etapa escolar.

Parámetros Estructurales para la IA: La columna central (Parámetros estructurales para generación de material por IA) detalla los componentes curriculares clave para cada combinación de grado y área. Estos incluyen:

- Referentes: Estándares de competencias y derechos básicos de aprendizaje que guían el contenido.
- Objetivos: Lo que se espera que el estudiante logre.
- Competencias: Habilidades específicas a desarrollar (interpretativa, argumentativa, propositiva, etc.).
- Nivel Cognitivo Dominante: La profundidad de pensamiento esperada (según la Taxonomía de Bloom, como Comprensión, Aplicación, Análisis, etc.).
- Competencia Transversal: Habilidades del siglo XXI a fomentar (pensamiento crítico, comunicación assertiva).
- Enfoque Pedagógico Sugerido: La metodología didáctica a aplicar (aprendizaje significativo, resolución de problemas).
- Indicadores: Criterios observables de desempeño.
- Recursos: Tipos de textos o materiales didácticos relevantes.

Recomendaciones para la Generación de Material (Tipo Textual): La tercera columna (Recomendaciones para la Generación de Material de Aprendizaje (Tipo Textual)) convierte los parámetros curriculares en instrucciones explícitas para la IA sobre cómo debe generar cada parte del material:

- Definición del Concepto: Cómo debe ser formulada (clara, concisa, adecuada al nivel).
- Ejemplos Ilustrativos: El tipo de situaciones a utilizar (cotidianas, narrativas, contextualizadas).
- Preguntas de Comprensión: Cómo deben ser formuladas y qué tipo de razonamiento deben exigir.
- Opciones de Respuesta: Cómo diseñar los distractores para que sean plausibles.
- Retroalimentación: El tipo de explicación que debe ofrecerse para reforzar el aprendizaje.

En síntesis, esta tabla es la "receta" que SIGMA utiliza para asegurar que cada pieza de material de aprendizaje generada por la IA esté profundamente arraigada en los principios pedagógicos y los estándares curriculares. Permite que la IA no solo produzca texto, sino que lo haga con una intencionalidad didáctica precisa, adaptada al nivel y las necesidades de los estudiantes.



BASE DE CONOCIMIENTO GRADO

GRADO					
Grado y Edad Promedio	Nivel Cognitivo (Taxonomía de Bloom)	Funciones Ejecutivas Predominantes (Diamond, 2013)	Nivel PISA Aproximado	Competencias del Siglo XXI (OCDE, 2019)	Enfoque Pedagógico e Instrucción Sugerida para el Prompt (SIGMA)
6° – 11 a 12 años	Comprendión y Aplicación	Inhibición, Atención Sostenida	Nivel 1-2	Alfabetización digital, autorregulación inicial	Enfoque Pedagógico: Actividades guiadas con ejemplos concretos que fomenten la comprensión básica y la aplicación directa de conceptos. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Genera una guía de aprendizaje con lenguaje sencillo y directo, utilizando un vocabulario adecuado para estudiantes de esta edad. Dada su etapa de Comprendión y Aplicación (Taxonomía de Bloom) y Atención Sostenida (Funciones Ejecutivas de Diamond), incluye un ejemplo cotidiano y de fácil identificación que ilustre el concepto. Formula una pregunta de opción cerrada que evalúe la comprensión literal y la capacidad de aplicación simple. Esto se alinea con un Nivel PISA 1-2, donde los estudiantes pueden localizar información explícita, comprender el significado literal de oraciones o pasajes cortos y establecer conexiones simples, así como realizar procedimientos rutinarios. El objetivo es desarrollar una Alfabetización Digital inicial y fomentar la Autorregulación Inicial. Asegúrate de que los ítems sean simples y directos. Proporciona una retroalimentación concisa y directa que refuerce el concepto clave aprendido, corrigiendo cualquier malentendido fundamental."
7° – 12 a 13 años	Aplicación y Análisis	Memoria de trabajo, planificación simple	Nivel 2-3	Comunicación efectiva, organización básica	Enfoque Pedagógico: Resolución de problemas contextualizados y uso de analogías para desarrollar habilidades de aplicación y comenzar a introducir el análisis. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Desarrolla material que, dado su nivel de Aplicación y Análisis (Taxonomía de Bloom) y el desarrollo de la Memoria de Trabajo (Funciones Ejecutivas de Diamond), incluya un ejemplo funcional del entorno escolar del estudiante o situaciones relevantes para su experiencia, que requieran la aplicación del concepto. Formula una pregunta que invite a identificar relaciones simples entre ideas o elementos del texto, avanzando hacia el análisis básico. Esto se corresponde con un Nivel PISA 2-3, donde los estudiantes pueden reconocer situaciones que requieren estrategias simples para resolver problemas, recuperar información explícita dentro de la formulación de la pregunta difiere del texto y comenzar a manejar porcentajes, fracciones y relaciones proporcionales simples. El fin es promover la Comunicación Efectiva y el desarrollo de la Organización Básica. Los ítems deben ser pertinentes al contexto presentado. La retroalimentación debe enfocarse en ayudar al estudiante a reorganizar sus ideas y comprender cómo se interrelacionan los elementos."
8° – 13 a 14 años	Análisis	Flexibilidad cognitiva, autorregulación emergente	Nivel 3	Resolución de problemas, toma de decisiones simple	Enfoque Pedagógico: Casos prácticos que requieran justificación y promuevan el análisis de situaciones para el desarrollo de la flexibilidad cognitiva. Instrucción para el Prompt (SIGMA): "Crea un ejemplo que presente un problema real simple, donde el estudiante deba analizar sus componentes, acorde a su capacidad de Análisis (Taxonomía de Bloom) y Flexibilidad Cognitiva (Funciones Ejecutivas de Diamond). La pregunta debe estar orientada al análisis causal, pidiendo al estudiante que identifique por qué o cómo de un fenómeno. Esto se alinea con un Nivel PISA 3, donde los estudiantes pueden seleccionar e integrar información relevante de múltiples fuentes, así como comprender y aplicar conceptos matemáticos más allá de las operaciones básicas. Los ítems deben ser diseñados para distinguir conceptos con mayor matiz, fomentando la Resolución de Problemas. La retroalimentación debe estar centrada en guiar al estudiante hacia la comprensión de decisiones correctas y la justificación de sus respuestas, apoyando la Toma de Decisiones Simple y la Autorregulación Emergente."

La imagen que has proporcionado es un componente esencial de la base de conocimiento del sistema SIGMA, específicamente la sección dedicada a la gradualidad escolar y el desarrollo cognitivo. Esta tabla es crucial porque traduce las características evolutivas y pedagógicas de los estudiantes en instrucciones concretas para la inteligencia artificial, asegurando que el material generado sea apropiado para cada nivel de desarrollo. En resumen, esta base de conocimiento para el grado funciona de la siguiente manera:

1. Grado y Edad Promedio: La primera columna (Grado y Edad Promedio) establece el nivel educativo y el rango de edad típico de los estudiantes (ej., "6° – 10 a 11 años", "7° – 12 a 13 años"). Esta es la variable principal que el docente selecciona para adaptar el material.

2. Nivel Cognitivo (Taxonomía de Bloom): Esta columna especifica el nivel de complejidad de pensamiento esperado para cada grado, según la Taxonomía de Bloom (ej., "Comprendión y Aplicación", "Análisis"). Esto guía a la IA sobre la profundidad con la que debe abordar los conceptos y las tareas.

3. Funciones Ejecutivas Predominantes (Diamond, 2013): Aquí se identifican las habilidades cognitivas clave que están en desarrollo en cada etapa (ej., "Inhibición, Atención Sostenida", "Memoria de trabajo, planificación simple"). Esta información permite a la IA ajustar la complejidad de los textos, la densidad de la información y la estructura de los distractores para que se adapten a las capacidades cognitivas reales del estudiante.

4. Nivel PISA Aproximado: Esta columna relaciona el grado con los niveles de competencia evaluados por las pruebas PISA (ej., "Nivel 1-2", "Nivel 2-3"). Esto ayuda a calibrar el tipo de preguntas y su nivel de exigencia, preparando a los estudiantes para estándares internacionales.

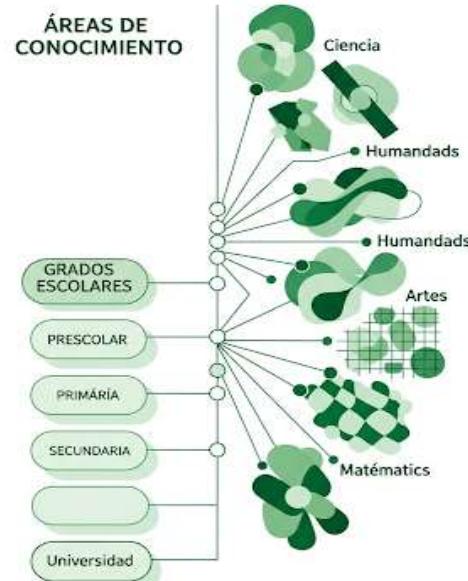
5. Competencias del Siglo XXI (OCDE, 2019): Se listan las habilidades transversales que se busca fomentar en cada grado (ej., "Alfabetización digital, autorregulación inicial", "Comunicación efectiva, organización básica"). La IA recibe instrucciones para integrar estas competencias en el material, promoviendo, por ejemplo, la argumentación o la reflexión metacognitiva.

6. Enfoque Pedagógico e Instrucción Sugerida para el Prompt (SIGMA): Esta es la columna más detallada, donde todos los parámetros anteriores se consolidan en directrices explícitas para

la IA. Por ejemplo, para "6° – 10 a 11 años", la instrucción es "Genera una guía de aprendizaje con lenguaje sencillo y directo, utilizando un vocabulario adecuado para estudiantes de esta edad... incluye un ejemplo cotidiano y de fácil identificación... Formula una pregunta de opción cerrada que evalúe la comprensión literal y la capacidad de aplicación simple."

En síntesis, esta tabla es el motor de la adaptación cognitiva en SIGMA. Permite que la IA no solo ajuste la dificultad del material, sino que optimice la carga cognitiva y el andamiaje para el aprendizaje, basándose en teorías de desarrollo validadas. De esta manera, el sistema asegura que el contenido, los ejemplos, las preguntas y la retroalimentación sean siempre apropiados y efectivos para la edad y el nivel de desarrollo de cada estudiante.

Fuentes y contenido relacionado



BASE DE CONOCIMIENTO TIPO DE PRUEBA

Tipo de prueba	
Prueba seleccionada	Instrucciones estructurales que SIGMA debe incorporar al generar material textual (por componente)
Ninguna prueba	Generar las competencias establecidas en las pruebas de Saber, preguntas, asistencia y retroalimentación basada en las competencias establecidas en las pruebas de Saber, sin seguir la lógica jerárquica de las pruebas Saber. Las preguntas pueden ser abiertas o cerradas, sin necesidad de distractores elaborados ni niveles de desempeño específicos.
Pruebas Saber 9.º	Definición del CONCEPTO: Formular una respuesta clara y contextualizada, orientada a la comprensión y captación de ideas (ideas, comprensión, argumentación). Ejemplos: preguntas que requieren respuestas que respaldan la interpretación o evidencian conocimientos de pruebas. Preguntas tipo debate que evalúan la capacidad de respuesta, reflexión y competencias interpretativas, argumentativas y propositivas. Nivel de exigencia: medio-bajo (PISA 2"3). Orientación: Algunas preguntas tienen distractores plausibles basados en errores comunes o malentendidos en las competencias. Preguntas que evalúan la capacidad de respuesta, reflexión y competencias interpretativas, argumentativas y propositivas. Orientación: alto (PISA 3"4).

Esta tabla define cómo la IA debe estructurar el contenido evaluativo según el tipo de prueba que el docente seleccione:

1. Tipo de Prueba Seleccionada: La primera columna (Tipo de prueba seleccionada) permite al docente elegir si el material debe alinearse con pruebas estandarizadas específicas o si no se requiere una alineación particular. Las opciones mostradas son "Ninguna prueba", "Pruebas Saber 9.º" y "Pruebas Saber 11.º".
2. Instrucciones Estructurales para la IA: La segunda columna (Instrucciones estructurales que SIGMA debe incorporar al generar material textual (por componente)) detalla las directrices precisas

que la IA debe seguir para cada componente del material de aprendizaje (definición, ejemplo, pregunta, opciones de respuesta y retroalimentación), en función de la selección del tipo de prueba:

o **"Ninguna prueba"**: La IA generará el material basándose únicamente en los criterios curriculares del área y grado, sin adherirse a la estructura de las pruebas Saber. Las preguntas pueden ser abiertas o cerradas, sin necesidad de distractores elaborados ni niveles de desempeño específicos.

o **"Pruebas Saber 9.º"**: La IA recibirá instrucciones para formular definiciones claras y contextualizadas, ejemplos ilustrativos con situaciones cotidianas, preguntas de selección múltiple con única respuesta enfocadas en competencias interpretativas, argumentativas o propositivas (con un nivel de exigencia medio "bajo, PISA 2"3). Las opciones de respuesta incluirán una correcta y tres distractores plausibles basados en errores comunes. La retroalimentación será breve y aclaratoria.

o **"Pruebas Saber 11.º"**: Las instrucciones para la IA serán más exigentes. Las definiciones deberán ser precisas y abstractas, conectadas con procesos de evaluación y creación. Los ejemplos serán casos o dilemas complejos que exijan análisis profundo. Las preguntas serán de selección múltiple, orientadas al pensamiento crítico y la argumentación estructurada (con un nivel de exigencia alto, PISA 4"6). Los distractores serán sofisticados y cercanos en contenido. La retroalimentación será metacognitiva, invitando a la reflexión sobre el proceso de pensamiento.

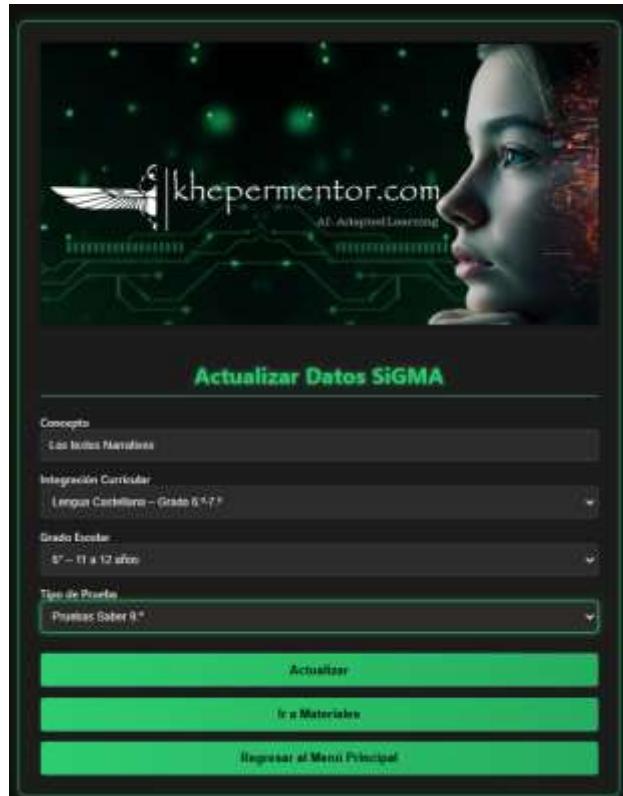
En síntesis, esta base de conocimiento es el Componente de Integración Evaluativa Saber (CIES) de SIGMA. Permite que la IA genere evaluaciones que no solo son eficientes, sino también psicométricamente sólidas y diagnósticas, transformando la evaluación en una herramienta formativa potente y alineada con los estándares educativos nacionales.



10. EJEMPLO DE GENERACIÓN DE MATERIAL DE APRENDIZAJE EN SIGMA:

INTERACCIÓN DE PARÁMETROS Y RESULTADOS DE IA

Se presenta el caso de un docente del área de humanidades en la asignatura de Legua castellana que desea diseñar una guía de aprendizaje sobre el tema de los textos narrativos para estudiantes de grado sexto. Además, busca complementar este material con un proceso de entrenamiento que incluya preguntas orientadas a la preparación para la Prueba Saber de noveno grado.



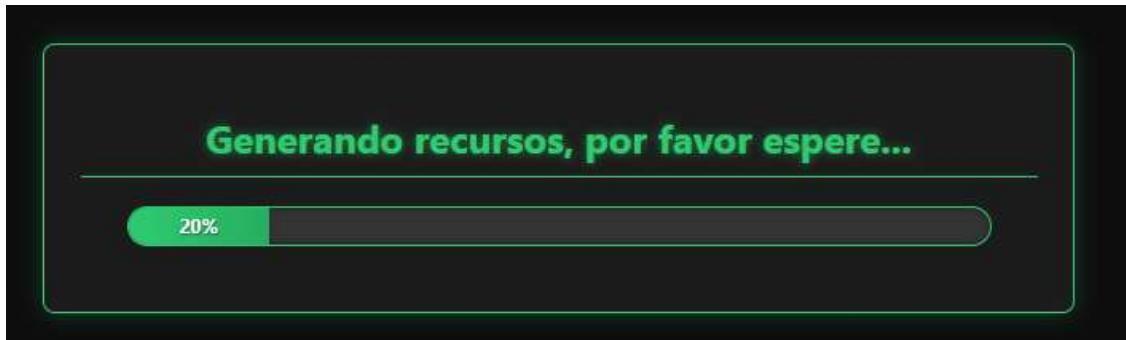
Luego de unos minutos de procesamiento.



El sistema Sigma Presenta al docente el siguiente menú.



El docente selecciona Crear material Forms. El sistema procesa la petición.



En unos segundos, el sistema despliega el siguiente submenú



El docente selecciona abrir formulario, y se abre el material de aprendizaje generado por sigma

Material de aprendizaje de Los textos Narrativos para Lengua Castellana – Grado 6.º-7.º orientado a 6º – 11 a 12 años

[Guía de Aprendizaje sobre los Textos Narrativos](#)

[Introducción al Concepto](#)

Alimentando al fomentando mundo de los textos narrativos! Imagina que estás a punto de adentrarte en un viaje lleno de aventuras, personajes interesantes y lugares mágicos. Los textos narrativos son precisamente estos relatos que nos cuentan historias. Pueden ser cuentos, novelas, fábulas o incluso relatos orales que se transmiten de generación en generación. Su principal objetivo es narrar acontecimientos, ya sean reales o imaginarios, que capturan nuestra atención y nos hacen sentir emociones.

Por qué son importantes los textos narrativos? Pueden nos permiten explorar diferentes mundos, entender diversas perspectivas, sobre todo, desarrollar nuestra imaginación. A través de ellos, no solo disfrutamos de la lectura, sino que también aprendemos sobre la vida, la cultura y la experiencia humana.

[Entendiendo con Ejemplos Prácticos](#)

Para entender mejor los textos narrativos, veremos algunos ejemplos prácticos:

1. **“Cuento de Hadas”**: Imagina un cuento como “Cenicienta”. En este relato, conocemos a una joven que enfrenta dificultades para el final lograr ser reina. Aquí, la idea explícita es que la bondad y la perseverancia pueden superar las adversidades. Sin embargo, la idea implícita puede ser que, a veces, la ayuda de otros (como el hada madrina) es crucial para lograr nuestros sueños.
2. **“Relato Personal”**: Piensa en una historia que te contaron sobre un viaje familiar a la playa. La idea explícita es que la familia pasó un buen rato juntos, disfrutando del sol y el mar. Pero, implicativamente, se puede entender que esos momentos compartidos fortalecen los lazos familiares y crean recuerdos inolvidables.

A través de estos ejemplos, podemos ver cómo los textos narrativos no solo cuentan una historia, sino que también nos enseñan lecciones valiosas sobre la vida y nos invitan a reflexionar.

[Profundizando: Lógica, Diccion y Pintando](#)

Material de aprendizaje de Los textos Narrativos para Lengua Castellana – Grado 6.º-7.º orientado a 6º – 11 a 12 años

[Página para la pregunta en inteligencia](#)

Evaluación

¿Qué tipo de texto narrativo es La reina?

Cuento de hadas

Leyenda

Relato personal

Novela

¿Qué son los textos narrativos?

Relatos que cuentan historias, reales o ficticias

Artículos científicos

Discursos sobre temas actuales

Poemas líricos

¿De dónde proviene el concepto de textos narrativos?

De la tradición literaria y el estudio del lenguaje

De la investigación científica

Del análisis estadístico

De la teoría musical

Este material puede ser revisado, adaptado y publicado por el docente en cualquier plataforma.

Pero, si el docente quiere una quia en formato de documento de Google docs o Word para imprimir y entregar en formato físico a sus estudiantes porque tiene limitaciones de acceso o conectividad, podría seleccionar en el sistema. **Crear Material en Documento**,



Dando como resultado



Documento Material de Aprendizaje: Los textos Narrativos para Lengua Castellana – Grado 6.-7.- orientado a 6° – 12 a 12 años

El texto de aprendizaje sobre la Nube Sigma:

Introducción al Concepto:

Entendemos al haciendo nexo de los textos narrativos tramas que están a punto de enterarse en un viaje lleno de avances, personajes interesantes a hacerse más. Los textos narrativos son personajes real, tienen que ser creíbles. Pueden ser sencillos, sencillos, fáciles, o hacer rotarlos todos que se trasciendan de generación en generación. Su principal objetivo es sacar acentos, que ya están en las imágenes, que representan personajes y sus historias unidas.

“Por que son importantes los textos narrativos?” Pueden nos permiten imaginar diferentes mundos, entender diferentes perspectivas y saber todo, descubrir numerosas implicaciones. A través de ellos, no solo adquirirán de la lectura, sino que también aprenderán sobre la Vida, la cultura y la herencia humana.

Uniendo todo con el **Diagrama Fractal**

Para comprender mejor los textos narrativos, necesitas algunos ejemplos prácticos.

“Cuento del Hada”: Imagina un cuento como “Desnudado”. Es todo ésta, conoce a una joven que se viste de diferentes formas para el final regala un libro. Aquí, la idea es que la lectura y la retroalimentación pueden superar las adversidades. Un consejo, la idea es que la gente sea libre, a veces, la idea de cómo (cómo) se hace esencial en el cuento para

Ingrávesco: Confesión:

2. **“Relato Personal”**: Pienso en una historia que te contaron sobre un viaje familiar o la prisión. La letra explícita que la familia paga en su memoria, distorsionando el sueño y el sueño. Implícitamente, se puede entender que estos elementos comparten herencias: los temas heredados y crean sentimientos inolvidables.

A través de estos ejemplos, podemos ver cómo los temas narrativos se piden creerlos una historia, pero que también nos invitan historias valiosas sobre la vida y nos invitan a reflexionar.

Profundizar la Lógica, Origen y Propósito:

Para que los niños expliquen los temas narrativos, profundizaremos un poco más en su interacción y significado:

“Definición Textual”: Los textos narrativos se componen de varios elementos: trama, personajes, ambiente, tema, conflictos y perspectiva. Estos componentes trabajan juntos para construir la historia y guiar al lector a través de la experiencia narrativa.

“Categoría Lógica y Temas de Explicación”: Se trabajan en diferentes géneros, como cuentos, novelas, relatos o historias. Cada uno de estos géneros tiene características propias que los hacen únicos, pero todos comparten el objetivo de contar una historia.

“Diferencias Epistemológicas”: Es el concepto que define de la teoría literaria y del análisis del lenguaje. Los textos narrativos han evolucionado desde tiempos antiguos, siendo herederos esenciales para la comunicación y el aprendizaje. Nos enseñan sobre el pasado, la cultura y la historia en que las sociedades han establecido el mundo a lo largo de la historia.

“Resumen: Didáctica del Concepto”: Aprender sobre temas narrativos es fundamental porque nos ayuda a desarrollar habilidades cívicas, como la comprensión crítica y la creatividad. Nos prepara para expresar nuestras propias ideas y conectar con los demás a través de las historias. Además, al leer narrativas, expandimos nuestras habilidades y nuestras capacidades de empatía con diferentes perspectivas y situaciones.

Documentos para Recomendar:

- “Relato Personal”
- “Cuento del Hada”
- “Importancia”

Como se muestra en el menú, el sistema SIGMA también pudo generar evaluaciones y otros tipos de formato utilizados comúnmente en ambientes virtuales como Moodle, como es el formato gift. Todos los materiales generados por SIGMA, quedaran en la Nube en Google drive a disposición del docente para ser utilizados cuando considere.

Mi unidad > SIGMA Material *

Tipo	Personas	Modificado	Fuente	Nombre	Propietario	Fecha de modificación	Tamaño del	EN Ordenar
				Documento Material de Aprendizaje: Los textos Narrativos para Lengua Castellana – Grado 6.-7.- orientado a 6° – 1...	yo	3:29 p.m. yo	117 KB	
				Material de aprendizaje de Los Perros Pug para Ciencias Naturales – Grado 8.-9.- orientado a 9° – 14 a 15 años	yo	10 sept yo	3 KB	
				Material de aprendizaje de Los textos Narrativos para Lengua Castellana – Grado 6.-7.- orientado a 6° – 11 a 12 ...	yo	3:24 p.m. yo	2 KB	
				SAMA Material de Aprendizaje Adoptado para: “Pedro Pérez” sobre “Los Perros Pug”	yo	10 sept yo	3 KB	

11. Conclusiones y Proyecciones

El análisis del Sistema de Generación de Material de Aprendizaje (SIGMA) confirma que se trata de una innovación educativa con un potencial transformador en la búsqueda de soluciones a problemáticas estructurales de los sistemas escolares en América Latina: la sobrecarga docente, la producción de materiales homogéneos poco contextualizados y los bajos resultados en pruebas estandarizadas como Saber y PISA. Su arquitectura, basada en los pilares de la integración curricular, la adecuación cognitiva por grado escolar, la evaluación por competencias a través del componente CIES y la clasificación conceptual didáctica, asegura que los materiales generados sean pertinentes, coherentes y alineados con los marcos normativos nacionales e internacionales.

En cuanto a su impacto, SIGMA ofrece tres aportes esenciales:

Optimización de la labor docente: al automatizar la generación de recursos estructurados y coherentes con los estándares, libera tiempo y esfuerzo que los profesores pueden dedicar a funciones insustituibles como la mediación, la atención personalizada y el acompañamiento socioemocional (Holmes, Bialik & Fadel, 2019).

Mejora en la pertinencia y calidad del aprendizaje: los materiales generados son adaptativos y se sustentan en teorías reconocidas, como la Taxonomía de Bloom revisada por Anderson y Krathwohl, las investigaciones de Diamond sobre funciones ejecutivas y la retroalimentación elaborativa propuesta por Hattie y Timperley (2007). Esto contribuye a aprendizajes más profundos, al tiempo que conecta la enseñanza con marcos de referencia internacionales como el Learning Compass 2030 de la OCDE y las pruebas PISA (OECD, 2019).

Avance hacia una educación personalizada y equitativa: mediante una interfaz accesible, democratiza el uso de la IA y facilita que los docentes —sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados— accedan a una herramienta que atiende la diversidad estudiantil, lo que reduce las limitaciones impuestas por la estandarización de los materiales (UNESCO, 2021).

desarrollar la imaginación.

- ****“Jugando”**: Cuentos de hadas como “Cenicienta” y otros personajes sobre imaginación y aventura.
- ****“Emociones: mareas”**: Personajes, ambientos, trama, conflicto y desenlace.
- ****“Identificarse”**: Personajes como zombies, monstruos, mofos y vampiros.
- ****“Dibujos”**: Prevención de la tristeza infantil y el estrés del trastorno.
- ****“Resonancia”**: Resonancia de la comprensión lectora, la creatividad y la resiliencia.

Otros modo que para integrar en el aprendizaje: modo de los temas narrativos y desordenar los materiales que se expusieron.

Definición de los Sistemas Narrativos:

Los temas narrativos son aquello que relata una historia o una serie de eventos, ya sean reales o ficticios. Un narrador (o relator) incluye una introducción, un desarrollo y un desenlace, y suelen finalizar presentando un ambiente y un conflicto. Los temas narrativos suelen captar la atención del lector o oyente de la descripción de las interacciones, emociones, pensamientos y sentimientos que se describen a lo largo de la historia.

El Juguete Didáctico:

Imagina que en una clase de educación infantil, los niños juegan con bloques organizados en torres de bloques. Cada grupo de estudiantes tiene que decidir qué bloques usarán (jugarán) cómo se representan los personajes y qué reglas seguirán. La idea del bloques que tienen se convierte en parte de una historia, donde los personajes que los estudiantes a su medida juegan y que sirven para desarrollar habilidades cívicas, como la comprensión crítica y la creatividad. Nos prepara para expresar nuestras propias ideas y conectar con los demás a través de las historias. Además, al leer narrativas, expandimos nuestras habilidades y nuestras capacidades de empatía con diferentes perspectivas y situaciones.

Investigación de la Didáctica:

Ofrece un amplio rango de opciones didácticas para la función principal de los textos narrativos:

- Al proporcionar datos científicos y estadísticos sobre un tema.
- Al reflexionar sobre historias que involucran personajes y eventos.
- Al examinar argumentos y teorías en el contexto de un punto de vista.
- Al invertir sobre cómo realizar una actividad específica.
- Al preparar una actividad.
- Al reflexionar sobre historias para invitar a reflexionar y examinar.

Las proyecciones del sistema son igualmente relevantes:

Corto plazo: fortalecer la calidad de los materiales en el aula, garantizando su coherencia curricular y su aplicabilidad inmediata.

Mediano plazo: ampliar su adopción institucional mediante la integración con plataformas como Google Classroom y Moodle, asegurando pertinencia incluso en contextos de baja conectividad.

Largo plazo: consolidarse como un modelo escalable de personalización educativa en Colombia y América Latina, con capacidad de incidir en políticas públicas que busquen mejorar los aprendizajes y elevar los resultados en evaluaciones nacionales e internacionales.

No obstante, el éxito y sostenibilidad de sistemas como SIGMA dependen de una aproximación ética y consciente a los retos de la IA en educación. La opacidad algorítmica, la privacidad de los datos y los sesgos en los modelos requieren políticas claras, marcos regulatorios robustos y un compromiso con la formación docente y la alfabetización digital (Luckin et al., 2016). Solo de esta manera la IA podrá funcionar como un “socio aumentado” que fortalezca el rol humano y no lo sustituya.

El carácter doctoral del proyecto implica que SIGMA no es un punto de llegada, sino de partida. Su implementación abrirá nuevas preguntas y exigirá ciclos iterativos de investigación, desarrollo y evaluación, coherentes con la naturaleza dinámica de la IA. Este marco proyecta la construcción de una agenda de investigación continua que asegure que las soluciones tecnológicas permanezcan pertinentes, efectivas y éticamente sólidas en el tiempo.

Para finalizar, SIGMA constituye una respuesta parcial pero estratégica a las problemáticas educativas actuales. Su valor radica en articular la innovación tecnológica con fundamentos pedagógicos y normativos, generando un modelo que contribuye de manera concreta a la transformación del sistema educativo hacia una enseñanza más personalizada, equitativa y eficaz.

12. Referencias

1. **Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.).** (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
2. **Báez-López, R., & Herrera-Alemán, J.** (2024). Evaluación formativa asistida por IA: Análisis de la retroalimentación generada por modelos predictivos en educación superior. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 22(63), 541–566. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v22i63.7844>
3. **Congreso de la República de Colombia.** (1994). *Ley 115 de febrero 8 de 1994: Por la cual se expide la ley general de educación*. Diario Oficial No. 41.214.
4. **Crompton, H., & Burke, D.** (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Artículo 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
5. **Diamond, A.** (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
6. **Diamond, A., & Ling, D. S. (2020).** Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 45, 100811. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100811>
7. **Durán Sánchez, F. A., Mora Naranjo, B. M., Basurto Cobeña, M. P., & Barcia López, D. E.** (2024). Desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de educación primaria con apoyo de inteligencia artificial. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(1), 2728–2730. <https://doi.org/10.5672/latam.v5i1.793>
8. **Florida Department of Education.** (2020). *K-2 Student Assessment Guide*. FLDOE. <https://www.fl DOE.org>
9. **Haro Esquivel, G., Ayala Hernández, P., Núñez Cortez, A. M., & Román Salcedo, M. C.** (2025). Desarrollo de competencias del siglo XXI mediante IA en la educación. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 5(1), 1990–2004. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i1.963>
10. **Hattie, J., & Timperley, H.** (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
11. **Huang, R. H., Tlili, A., Yang, J., & Chang, T. W.** (2023). Fostering adaptive learning environments with AI: A meta-analysis of personalized education strategies. *Educational Technology & Society*, 26(2), 115–130. <https://www.j-ets.net/>
12. **Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).** (2018). *Marco de referencia para la evaluación: Pruebas Saber*. Ministerio de Educación Nacional.
13. **Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).** (2021). *Informe nacional de resultados del examen Saber 11°*. Ministerio de Educación Nacional.

14. **Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).** (2022). *Guía de orientación Saber 11 calendario A y B.* <https://www.icfes.gov.co>
15. **Jonassen, D. H. (2011).** *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments.* Routledge.
16. **López Proaño, A. A., & Abad Arroyo, A. A.** (2025). Impacto de la IA en el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI. *Ciencia y Reflexión*, 4(2), 801–836. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i2.321>
17. **Mayer, R. E.** (2009). *Multimedia learning* (2.ª ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
18. **Ministerio de Educación Nacional (MEN).** (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas.* Imprenta Nacional.
19. **Ministerio de Educación Nacional (MEN).** (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA).* Panamericana Formas e Impresos.
20. **Navas Ríos, M. E., Aldana, E., & Amador, J.** (2023). Curricular design of higher education in Colombia from educational policies. *The IAFOR Research Archive.* <https://papers.iafor.org/submission69444>
21. **OECD.** (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030.* OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
22. **OpenAI.** (2023). *GPT-4 Technical Report.* arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
23. Prather, J., Denny, P., Leinonen, J., Becker, B. A., & Smith, J. (2023). The robots are coming: Exploring the implications of OpenAI Codex on introductory programming. *Australasian Computing Education Conference*, 10–19. <https://doi.org/10.1145/3576123.3576125>
24. **Salinas, J. A., & Gutiérrez, M. C. (2023).** Implicaciones éticas y pedagógicas del uso de la IA en el diseño instruccional universitario. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(72), Art. 7. <https://doi.org/10.6018/red.586671>
25. **Swiecki, Z., Khosravi, H., Chen, G., & Gašević, D. (2022).** Assessment in the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100075. <https://doi.org/10.1016/j.caear.2022.100075>
26. **Ullah, Z., Lajis, A., Jamjoom, M., Altalhi, A., & Saleem, F.** (2020). Bloom's taxonomy: A beneficial tool for learning and assessing students' competency levels in computer programming using empirical analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1628–1640. <https://doi.org/10.1002/cae.22339>
27. **UNESCO.** (2024). *Guidance for generative AI in education and research.* UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZBAI8963>
28. **Zoller, U., & Pushkin, D.** (2020). Teaching and learning processes: A cognitive approach. En *Encyclopedia of Science Education*. Springer.